Mineralogie

Reinhard Brauns

)Pf.



petitorium
zur Inte-
r. Junker,
in Stutt-
47.
Benedikt
it 5 Fig.

erbliche,
ofessor an
Nr. 209.
, von Dr.
Nr. 267.
von Dr.
r an der
neums in

Arithmetik
n Schubert,
ule des Jo-
Nr. 48.
Prof. Dr.
gl. Akade-
in Stutt-

egung und
körper von
Dr. W. F.
ers. Straß-
nk. Nr. 11.
enheit der
Walter F.
Universität
d. Nr. 91.

Lunge, Prof. a. d. Eidgen. Polytechn. Schule i. Zürich. Mit 16 Abb. Nr. 195.

Analysis, Höhere, I: Differentialrechnung. Von Dr. Frdr. Junker, Prof. am Karlsgymnasium in Stuttgart. Mit 68 Fig. Nr. 87.

— — — Repetitorium und Aufgabensammlung z. Differentialrechnung v. Dr. Friedr. Junker, Prof. am Karlsgymnasium in Stuttgart. M
Nr. 146.

— — **II:** Integralrechnung
Friedr. Junker, Prof. am
nasium in Stuttgart.
Nr. 88.

Aufgabensammlg. z. Analyt. Geometrie d. Ebene v. O. Th. Bürklen, Prof. am Realgymnasium in Schw.-Gmünd. Mit 32 Figuren. Nr. 256.

— **z. Analyt. Geometrie d. Raumes** von O. Th. Bürklen, Prof am Realgymnasium in Schw.-Gmünd. Mit 8 Figuren. Nr. 309.

— **Physikalische,** v. G. Mahler, Prof.
ik am Gymnas.
taten. Nr. 243.
Oberstudienrat
ektor des Eber-
siums in Stutt-

Sammlung Göschen Je in elegantem Leinwandband 80 Pf.

G. J. Göschen'sche Verlagshandlung, Leipzig.

Ausgleichungsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate von Wilh. Weitbrecht, Prof. der Geodäsie in Stuttgart. Mit 15 Figuren und 2 Tafeln. Nr 302.

Baukunst, Die, des Abendlandes von Dr. K. Schäfer, Assistent am Gewerbemuseum in Bremen. Mit 22 Abbild. Nr. 74.

Betriebskraft, Die zweckmäßigste, von Friedrich Barth, Oberingenieur in Nürnberg. 1. Teil: Die mit Dampf betriebenen Motoren nebst 22 Tabellen über ihre Anschaffungs- und Betriebskosten. Mit 14 Abbildungen. Nr. 224.

— — 2. Teil: Verschiedene Motoren nebst 22 Tabellen über ihre Anschaffungs- und Betriebskosten. Mit 29 Abbildungen. Nr. 225.

Bewegungsspiele von Dr. E. Kohlrausch, Professor am Kgl. Kaiser Wilhelms-Gymnasium zu Hannover. Mit 14 Abbild. Nr. 96.

Biologie der Pflanzen von Dr. W. Migula, Prof. an der Forstakademie Eisenach. Mit 50 Abbild. Nr. 127.

Biologie der Tiere I: Entstehung u. Weiterbild. d. Tierwelt, Beziehungen zur organischen Natur v. Dr. Heinr. Simroth, Professor a. d. Universität Leipzig. Mit 33 Abbildungen. Nr. 131.

— — **II:** Beziehungen der Tiere zur organ. Natur v. Dr. Heinr. Simroth. Prof. an der Universität Leipzig. Mit 35 Abbild. Nr. 132.

Bleicherei. Textil-Industrie III: Wäscherei, Bleicherei, Färberei und ihre Hilfsstoffe von Wilhelm Massot, Lehrer an der Preuß. höh. Fachschule f. Textilindustrie in Krefeld. Mit 28 Fig. Nr. 186.

Brauereiwesen I: Mälzerei von Dr. Paul Dreverhoff, Direktor der Öffentlichen und I. Sächs. Versuchsstation für Brauerei und Mälzerei sowie der Brauer- u. Mälzerschule zu Grimma. Mit 16 Abbildungen. Nr. 303.

Buchführung. Lehrgang der einfachen u. dopp. Buchhaltung von Rob. Stern, Oberlehrer der Öff. Handelslehranst. u. Doz. d. Handelshochschule z. Leipzig. Mit vielen Formularen. Nr. 115.

Buddha von Professor Dr. Edmund Hardy. Nr. 174.

Burgenkunde, Abriß der, von Hofrat Dr. Otto Piper in München. Mit 30 Abbild. Nr. 119.

Chemie, Allgemeine und physikalische, von Dr. Max Rudolphi, Doz. a. d. Techn. Hochschule in Darmstadt. Mit 22 Figuren. Nr. 71.

— **Analytische,** von Dr. Johannes Hoppe. I: Theorie und Gang der Analyse. Nr. 247.

— — **II:** Reaktion der Metalloide und Metalle. Nr. 248.

— **Anorganische,** von Dr. Jos. Klein in Mannheim. Nr. 37.

— — siehe auch: Metalle. — Metalloide.

Chemie, Geschichte der, von Dr. Hugo Bauer, Assistent am chem. Laboratorium der Kgl. Technischen Hochschule Stuttgart. I: Von den ältesten Zeiten bis zur Verbrennungstheorie von Lavoisier. Nr. 264.

— — **II:** Von Lavoisier bis heute. Nr. 265.

— **der Kohlenstoffverbindungen** von Dr. Hugo Bauer, Assistent am chem. Laboratorium der Kgl. Techn. Hochschule Stuttgart. **I. II:** Aliphatische Verbindungen. 2 Teile. Nr. 191. 192.

— — **III:** Karbocyklische Verbindungen. Nr. 193.

— — **IV:** Heterocyklische Verbindungen. Nr. 194.

— **Organische,** von Dr. Jos. Klein in Mannheim. Nr. 38.

— **Physiologische,** von Dr. med. A. Legahn in Berlin. I: Assimilation. Mit 2 Tafeln. Nr. 240.

— — **II:** Dissimilation. Mit 2 Tafeln. Nr. 241.

Chemisch-Technische Analyse von Dr. G. Lunge, Professor an der Eidgenöss. Polytechn. Schule in Zürich. Mit 16 Abbild. Nr. 195.

Fortsetzung auf der 4. Vorsatzseite.

Sammlung Göschen

Mineralogie

von

Dr. R. Brauns
Professor an der Universität Kiel

Mit 132 Abbildungen

Dritte, verbesserte Auflage

Leipzig
G. J. Göschen'sche Verlagshandlung
1905

Spamersche Buchdruckerei in Leipzig

Inhalt.

Seite

Einleitung.

Allgemeiner Teil.

I. Die Form der Mineralien.

II. Die physikalischen Eigenschaften der Mineralien.

Literatur:

1. Ausführliche Lehrbücher.

Max Bauer, Lehrbuch der Mineralogie.
F. Klockmann, Lehrbuch der Mineralogie.
C. F. Naumann, Elemente der Mineralogie, herausgegeben von F. Zirkel.
G. Tschermak, Lehrbuch der Mineralogie.

R. Brauns, Das Mineralreich, mit 73 kolorierten Tafeln.

2. Modelle.

H. Kopp, 6 Tafeln mit Netzen zu Kristallmodellen.

3. Hilfsbücher zur Bestimmung der Mineralien.

A. Weisbach, Tabellen zur Bestimmung der Mineralien nach äußeren Kennzeichen.
C. W. C. Fuchs, Anleitung zum Bestimmen der Mineralien (4. Auflage herausgegeben von R. Brauns).

Einleitung.

Mineralien. Tiere und Pflanzen besitzen Organe, welche sie zu mannigfachen Lebensäußerungen befähigen; die Mineralien haben keine Organe, es sind die unorganischen, leblosen Erzeugnisse der Natur, die unabhängig vom Lebensprozeß organischer Wesen in den geheimnisvollen Werkstätten der Natur entstanden sind und auch heute noch, wenn auch kaum bemerkbar, entstehen. Ein Mineral ist an allen Punkten seines Körpers gleich beschaffen, in Gegensatz zu einem Gestein, das ungleichartig ist und aus mehreren Mineralien — so Granit aus Feldspat, Quarz und Glimmer — besteht. Die Wissenschaft von den Mineralien wird Mineralogie genannt.

Aufgabe der Mineralogie ist die Ermittlung aller Eigenschaften der Mineralien; es gilt, die Gesetze, welche in ihnen herrschen, zu ergründen; die Stoffe, aus denen sie bestehen, zu bestimmen; ihr Vorkommen in der Natur zu ermitteln, ihr Entstehen und Vergehen zu verfolgen. Erst wenn man diese Eigenschaften kennt, kann man die Mineralien vollständig beschreiben und sie nach ihrer Verwandtschaft ordnen. Der Beschreibung der Mineralien geht daher zweckmäßig eine Darlegung ihrer allgemeinen Eigenschaften voraus; eine solche kann sich in sehr verschiedenen Grenzen halten; in Rücksicht auf den Kreis, für den dies Werkchen bestimmt ist, werden hier nur die Eigenschaften berücksichtigt, die von einem jeden wahrgenommen werden können.

Geschichtliches. Schon lange, ehe von einer Wissenschaft der Mineralogie die Rede war, wurden einzelne Mineralien wegen ihrer auffallenden Eigenschaften gesammelt und benutzt. Ihre regelmäßige, von ebenen, glänzenden Flächen umschlossene Form, die Klarheit, prächtige Färbung und Unzerstörbarkeit vieler haben zu allen Zeiten Bewunderung erregt, und die Mineralien, welche jene Eigenschaften in ganz besonders hohem Grade in sich vereinigen, die wir heute noch als Edelsteine hochschätzen, wurden in den frühesten Zeiten wie etwas Überirdisches verehrt, und ihr Besitz galt höher als der von Gold und Silber; sollten sie doch die Eigenschaft besitzen, den Menschen vor schlimmer Krankheit zu bewahren und gegen böse Geister zu schützen. Auch heute noch knüpft sich mancher Aberglaube an die farbenprächtigen, unvergänglichen Edelsteine. Außer diesen benutzten die Alten die edlen Metalle, das Gold und Silber, auch Kupfer-, Zink-, Zinn- und Eisenerze, den harten Feuerstein und den zähen Nephrit und manche andere Mineralien, eine genaue Kenntnis ihrer Eigenschaften aber besaßen sie nicht. Auch im ganzen Mittelalter kannte man außer den genannten wohl noch einzelne für den Bergbau wichtige Mineralien, aber eine genaue, das Wesentliche treffende Beschreibung konnte man nicht geben, weil man die Gesetze, welche in den Mineralien herrschen, nicht kannte. Eine wissenschaftliche, die Ermittelung dieser Gesetze erstrebende Mineralogie beginnt erst Ende des achtzehnten Jahrhunderts mit dem Auftreten von Hauy (1743—1822) in Paris und Werner (1750—1817) in Freiberg. Hauy lehrte uns die Kristallformen entziffern, Werner die Mineralien beschreiben und ordnen. Die seitdem gewonnene Erfahrung ist in Lehrbüchern der Mineralogie niedergelegt, von denen wir einige der besten vorher (Seite 6) genannt haben.

In den Lehrbüchern sind die Mineralien ebenso wie

in diesem Bändchen nach ihrer chemischen Zusammensetzung systematisch geordnet, ihre Eigenschaften werden in bestimmter Reihenfolge kurz aufgeführt, und die Kristallformen werden durch schematisierte Zeichnungen erläutert. In einem von dem Verfasser dieses Bändchens herausgegebenen großen Tafelwerk „Das Mineralreich“ sind alle wichtigen Mineralien in ihrer natürlichen Form und Farbe abgebildet, so daß man sie hier im Bilde so vor sich hat, wie sonst in einer Schausammlung unter Glas.

I. Die Form der Mineralien.

Kristall. Scharf ausgebildete, von ebenen, glänzenden Flächen umschlossene Formen lernte man schon im Altertum an Mineralien kennen, die aus dem eisstarrenden Alpengebirge gebracht wurden; sie waren klar wie Eis und doch härter und dauerhafter als Glas, es konnte — so glaubte man — nur Eis sein, das durch lang dauernde starke Kälte so hart geworden war, daß es nun nicht mehr schmelzen kann, und mit dem Namen für Eis, krystallos, belegte man diese Gebilde. Diese Bezeichnung wurde beibehalten, auch nachdem man wußte, daß der Kristall aus den Bergen, der Bergkristall, nicht aus dem Eis der Berge entstehen kann, und wurde später der allgemeine Ausdruck für die natürliche, von ebenen Flächen umschlossene Form der Mineralien, die man also ihre Kristallform nennt.

Ein Kristall ist die natürliche Form eines Minerals: eine künstliche, von Menschen gearbeitete Form ist niemals ein Kristall. Ein Stück Glas, dem man durch Schleifen die Form eines Kristalls, etwa eines Oktaeders, gegeben hat, ist daher kein Kristall, denn seine Form ist keine natürliche, es hat sie nicht von selbst angenommen. Ein Oktaeder von Alaun dagegen ist ein Kristall, denn diese Form ist eine natürliche; sie bildet sich immer von selbst, wenn Alaun aus seiner Lösung in Wasser sich ausscheidet*). Die Sub-

*) Um sich davon zu überzeugen, übergieße man 12 (oder 6) Gramm gepulverten Kalialaun, den man in jeder Apotheke be-

stanz des Glases vermag keine Kristalle zu bilden, die des Alauns vermag dieses sehr wohl. Da wir zum Zerbrechen eines Kristalls eine gewisse Kraft nötig haben, nehmen wir an, daß auch bei seiner Entstehung eine solche wirksam war, und sagen daher: *Ein Kristall ist ein von ebenen Flächen regelmäßig begrenzter Körper, der seine Form seiner eigenen Substanz oder den ihr innewohnenden Kräften verdankt.* Die Lehre von den Kristallformen heißt *Kristallographie**).

Die **Flächen**, welche die Kristalle begrenzen, haben verschiedenes Aussehen; sie sind oft eben und glänzend wie ein Spiegel, oft aber auch rauh, matt, gestreift, bisweilen auch gekrümmt oder mit regelmäßigen Vertiefungen oder Erhabenheiten versehen. Die Flächen eines Kristalls, welche gleiche Beschaffenheit haben, nennt man *gleiche* Flächen; in Abbildungen und Modellen gibt man ihnen in der Regel gleiche Größe, während an den Kristallen Umriß und Größe der „gleichen" Flächen in der Regel verschieden ist (vergl. S. 47). Die Gleichheit beruht eben nicht auf der Größe, die ganz gleichgültig ist, sondern auf der *physikalischen* Beschaffenheit der Kristallflächen; man nennt daher gleiche Flächen eines Kristalls auch physikalisch gleiche, die von verschiedener Beschaffenheit auch physikalisch verschiedene Flächen. Die physikalische Verschiedenheit äußert sich oft

---

kommt, mit 100 (oder 50) Gramm Wasser, erwärme, bis sich alles gelöst hat, und lasse ruhig über Nacht stehen. Am andern Morgen findet man in der Lösung die schönsten, meist etwas verzerrten Kristalle, die bei längerem Stehen sich noch vergrößern und auch zahlreicher werden. Es sind reguläre Oktaeder, oft noch mit Würfel, der die Ecken, und mit Rhombendodekaeder, das die Kanten abstumpft.

*) Die Lehren von den Kristallformen sind in einem besonderen Bändchen dieser Sammlung: „Kristallographie" von W. Bruhns zusammengefaßt.

darin, daß ein Kristall sich nach gewissen Flächen leicht spalten läßt, nach anderen nicht, die physikalische Gleichheit darin, daß sich ein Kristall nach mehreren Richtungen mit gleicher Leichtigkeit spalten läßt. Beispiel: Steinsalz kann nach drei aufeinander senkrechten Richtungen mit gleicher Vollkommenheit gespalten werden, nach anderen Richtungen nicht.

Die Flächen sind an den Kristallen nach bestimmten Gesetzen angeordnet, deren Feststellung eine Aufgabe der Kristallographie ist.

Einfache Kristallform. Wenn alle an einem Kristall vorhandenen Flächen physikalisch gleich sind, so nennt man die Form eine einfache Kristallform. Eine einfache Kristallform ist der Würfel; seine zueinander senkrechten Flächen sind einander gleich; jedes würfelige Spaltungsstück von Steinsalz ist eine einfache Kristallform. Beispiele für einfache Kristallformen: Würfel von Flußspat und Schwefelkies, Oktaeder von Magneteisen oder Flußspat.

Kombination. Eine Kristallform, die von physikalisch verschiedenen Flächen begrenzt ist, nennt man eine Kombination. Sie wird von Flächen begrenzt, die mehreren einfachen Kristallformen angehören. Figur 1 stellt eine Kombination dar, die an Flußspat häufig ist; die quadratischen Flächen sind glänzend, die dreiseitigen matt; die quadratischen würden für sich eine einfache Kristallform, den Würfel bilden, die dreiseitigen würden für sich eine andere einfache Kristallform, das Oktaeder bilden; die ganze Form ist eine Kombination von Würfel und Oktaeder. Andere Beispiele für Kombinationen: Kalkspat, glänzende sechsseitige Säule mit matter, weißer Endfläche; Bergkristall, gestreifte sechsseitige Säule, glatte Pyramidenflächen.

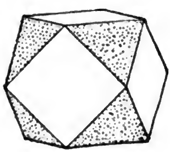


Fig. 1.
Kombination von Würfel und Oktaeder.
Flußspat.

In einer Kombination sind in der Regel die Flächen einer einfachen Kristallform größer als die der andern, sie heißt der **Träger der Kombination**. Bei der Beschreibung gibt man an, in welcher Weise die ursprüngliche Form des Trägers der Kombination durch die hinzugekommenen Flächen verändert ist. Man sagt, eine Ecke oder Kante sei abgestumpft, wenn sie durch eine Fläche ersetzt ist (Fig. 14 und 15), eine Ecke sei zugespitzt (Fig. 30), eine Kante sei zugeschärft (Fig. 19), wenn sie durch zwei oder mehr Flächen ersetzt ist.

Winkel. Zwei benachbarte Kristallflächen schneiden sich in einer Kante oder Ecke und schließen einen Winkel ein. Während die Größe der Kristalle ebenso wie die der Kristallflächen von keiner Bedeutung ist, ist die Größe der Winkel, unter denen die Kristallflächen zusammenstoßen, eine wesentliche Eigenschaft, denn an allen Kristallen eines Minerals schneiden sich dieselben Flächen immer unter gleichen Winkeln. Zur Messung der Winkel bedarf man eines besonderen Instruments, des Goniometers, das für den Mineralogen dieselbe Bedeutung hat wie für den Seefahrer der Kompaß, denn es ermöglicht ihm, durch das Meer der Kristallformen sein Ziel zu erreichen, die Gesetze, nach denen die Kristallflächen angeordnet sind, zu ermitteln und die Kristallformen in einer ihrer Natur entsprechenden Weise zu ordnen.

Goniometer. Das einfachste Goniometer ist das Anlegegoniometer (Fig. 2), so genannt, weil es an die Kristalle angelegt wird. Es besteht aus einem in Grade geteilten Halbkreis, dessen Enden durch eine feste Schiene verbunden sind. In der Mitte dieser Schiene befindet sich ein fester Zapfen, um den sich ein Schenkel drehen läßt; dieser Schenkel ist auf seiner oberen rechten Seite abgeschrägt und nur halb so breit als der untere Teil; seine rechte Kante würde verlängert genau durch den Mittelpunkt gehen. Soll nun ein Winkel gemessen werden, so legt man

die feste Schiene links von dem Zapfen mit ihrer Unterseite auf die eine Fläche und ihr genau parallel, dreht mit dem Zeigefinger den beweglichen Schenkel, bis er der anderen Fläche genau parallel anliegt, und sieht zu, auf welcher Zahl die abgeschrägte obere (rechte) Kante dieses Schenkels steht. Dies ist der Winkel, den beide Flächen bilden. So mißt man an einem Spaltungsstück von Steinsalz 90°, an einem Oktaeder von Magneteisen $109^{1}/_{2}{}^{0}$, an zwei Säulenflächen von Bergkristall 120°, an demselben Mineral von einer Pyramidenfläche zur benachbarten $133^{3}/_{4}$, an einem Spaltungsstück von Kalkspat 105°.

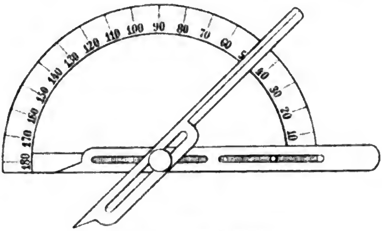


Fig. 2. Goniometer.

Bedeutung der Winkel. An einem Spaltungsstück von Kalkspat habe ich den Winkel, den zwei Flächen miteinander bilden, zu 105° gemessen. An einem zweiten und jedem weiteren Spaltungsstück desselben Minerals finde ich den gleichen Winkel, er ist für Kalkspat charakteristisch, immer schneiden sich zwei seiner Spaltflächen unter 105°. An anderen Mineralien treffen wir diesen Winkel nicht; mit Kalkspat ist Dolomit zum Verwechseln ähnlich, er läßt sich ebenso wie dieser nach drei Richtungen spalten, aber zwei Spaltflächen schneiden sich unter $106^{1}/_{4}{}^{0}$, die Winkel beider Mineralien sind verschieden. So können die Winkel dazu dienen, Mineralien voneinander zu unterscheiden oder ein Mineral, das oft in verschiedener Gestalt uns entgegentritt, zu bestimmen.

Wie die Flächen, so sind auch die Winkel eines Kristalls gleich oder verschieden, und die Gesetze, nach denen die

Flächen am Kristall angeordnet sind, finden in der Zahl und Verteilung der gleichen Winkel einen Ausdruck; an einem Spaltungsstück von Steinsalz sind alle Winkel einander gleich, an einem Kristall von Kupfervitriol kehrt je ein Winkel nur einmal an der gegenüberliegenden Kante wieder, alle anderen sind ungleich.

Symmetrie. Die Gesetze, nach denen die Flächen am Kristall angeordnet sind, äußern sich am klarsten in der Regelmäßigkeit, mit der die gleichen Flächen und gleichen Winkel an den Kristallen verteilt sind, oder mit anderen Worten in der Symmetrie der Kristallform. Um sie kurz zu bestimmen, bedient man sich des Ausdrucks der Symmetrieebene und versteht hierunter eine solche Ebene, durch die man sich den Kristall so in zwei Hälften geteilt denken kann, daß die eine Hälfte das Spiegelbild der andern wird, d. h. daß den Flächen und Winkeln in der einen Hälfte des Kristalls gleiche Flächen und Winkel in der andern Hälfte spiegelbildlich gegenüber liegen. Eine Symmetrieebene läßt sich z. B. durch die Ecken E der Figur 3 legen; denke ich mir den Kristall in dieser Ebene durchschnitten (Fig. 4), so ist die eine Hälfte das Spiegelbild der andern, die breite sechseckige Fläche vorne und hinten wird genau halbiert, und jeder Fläche in der linken Hälfte liegt eine ihr gleiche in der rechten Hälfte, und jedem Winkel in der linken Hälfte liegt ein ihm gleicher in der rechten Hälfte spiegelbildlich gegenüber. Nur durch diese Ebene kann ich den in Figur 3 dargestellten Kristall in zwei

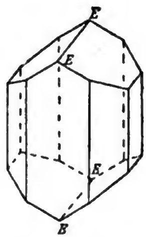


Fig. 3. Ein Kristall mit einer durch EEEE gehenden Symmetrieebene. Augit.

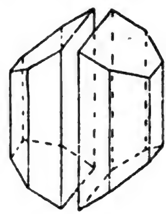


Fig. 4. Derselbe Kristall in der Richtung der Symmetrieebene durchschnitten.

spiegelbildlich gleiche Hälften teilen, durch keine andere, er besitzt daher nur eine Symmetrieebene.

Die Kristallformen gleichen einander und unterscheiden sich durch die Zahl der Symmetrieebenen, die durch sie hindurch gelegt werden können; durch manche Kristalle kann man überhaupt keine Symmetrieebene legen (Fig. 73), durch andere nur eine (Fig. 3 und 72), durch wieder andere drei (Fig. 63—70), fünf (Fig. 52—62), sieben (Fig. 37—42) oder neun (Fig. 7—13); Kristalle, durch die man mehr als neun Symmetrieebenen legen könnte, gibt es nicht.

Eine andere Art von Regelmäßigkeit in der Verteilung der Flächen läßt sich daran erkennen, daß an einer Kante oder Ecke zwei oder mehr gleiche Flächen und Winkel liegen. Wenn ich daher den Kristall um eine durch diese Kante oder Ecke gelegte Achse drehe, so kommt er nach einer gewissen Umdrehung mit sich selbst zur Deckung, manche Kristalle bei einer vollen Umdrehung um 360° nur zweimal, andere drei-, vier- oder sechsmal. Eine solche Achse nennt man eine Symmetrieachse und sie ist zwei-, drei-, vier- oder sechszählig, je nachdem an jener Kante oder Ecke zwei (Fig. 65 und 66), drei (Fig. 48), vier (Fig. 52), sechs gleiche Flächen (Fig. 37, 38) auftreten.

Endlich sieht man an möglichst ringsum ausgebildeten Kristallen leicht, daß an den meisten zu jeder Fläche eine parallele Gegenfläche auftritt, bei manchen aber auch nicht (Fig. 23). Von den erstern sagt man, sie haben ein Symmetriezentrum, bei den andern fehlt dies.

Es gibt nun Kristalle, die gar keins von diesen Symmetrieelementen besitzen, andere, die wenigstens ein Symmetriezentrum, andere, die eine Symmetrieebene, eine Symmetrieachse und Symmetriezentrum besitzen, und an der Spitze stehen solche mit 9 Symmetrieebenen, 13 Symmetrieachsen und einem Symmetriezentrum, dazwischen stehen Kristalle mit anderen

Symmetriegraden. Im ganzen sind zweiunddreißig, durch ihre Symmetrie unterschiedene, selbständige Kristallklassen möglich; wir verzichten aber darauf, sie hier aufzuzählen, da wir uns nicht mit mehr Namen, als notwendig ist, belasten wollen*).

Zone. An vielen Kristallen sind einander parallele Kanten vorhanden; so sehen wir in nebenstehender Figur, daß die aufrechten Kanten einander parallel sind, ebenso die, welche von links nach rechts, und die, welche von vorn nach hinten verlaufen. Von solchen Flächen, die sich in parallelen Kanten schneiden, sagt man, sie liegen in einer Zone, und versteht unter einer Zone alle die Flächen eines Kristalls, die einer bestimmten Kante parallel sind. Durch diese so häufig wahrzunehmende Parallelität von Kristallkanten kommt eine bestimmte Gesetzmäßigkeit in der Lage der Kristallflächen zum Ausdruck, aber nicht so, daß man ohne weiteres die Lage der Flächen am Kristall kurz ausdrücken könnte. Hierzu ist es notwendig, daß man erst die Lage von einigen Flächen fest bestimmt, dann läßt sich die Lage der anderen Flächen zu diesen angeben.

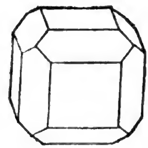


Fig. 5.
Kristall mit drei Zonen.
Flußspat.

Achsen. Um die Betrachtung und Bestimmung der Kristallformen zu erleichtern, denkt man sich Achsen hineingelegt, d. h. durch ihr Inneres gerade Linien gezogen, die sich in einem Punkt in der Mitte schneiden; sie bilden ein sogenanntes Achsenkreuz (siehe z. B. Fig. 7, 37, 38, 40 und andere).

Man wählt die Achsen zweckmäßig so, daß sie Kristallkanten parallel gehen, weil man die Kanten sehen kann, und

*) Alle 32 Klassen sind in der Kristallographie dieser Sammlung auf S. 31—33 aufgeführt.

weil Gesetzmäßigkeiten in der Lage von Kristallflächen in der Richtung ihrer Kanten zutage treten. Ferner wählt man die Achsen so, daß die Flächen einer einfachen Kristallform alle die gleiche Lage zu den Achsen haben. Die so gewählten Achsen sind entweder alle oder nur teilweise einander gleich oder alle ungleich; gleiche Achsen bezeichnet man mit gleichen Buchstaben (a), ungleiche mit verschiedenen Buchstaben (a, b, c); will man die kürzere von der längeren unterscheiden, so gibt man ihnen das Zeichen der Kürze ⌣ und Länge –. Die Achsen schneiden sich ferner je nach den Kristallen unter rechten oder unter schiefen Winkeln.

Kristallsysteme. Wenn man nach diesen Grundsätzen bei der Wahl der Achsen verfährt, kann man immer für eine bestimmte Zahl der 32 Kristallklassen ein Achsenkreuz wählen, durch das die gleiche Zahl von Symmetrieebenen gelegt werden kann. Alle die Kristalle nun, welche auf ein gleich symmetrisches Achsenkreuz bezogen werden können, bilden einen engeren Verband, den man Kristallsystem nennt. Die Kristallklassen unterscheiden sich also durch ihren Symmetriegrad, die Kristallsysteme durch ihr Achsenkreuz, und ein Kristallsystem umfaßt alle Kristalle, durch deren Achsenkreuz die gleiche Zahl von Symmetrieebenen gelegt werden kann.

Achsenkreuze. Für die verschiedenen Kristallsysteme hat man hiernach die folgenden Achsenkreuze gewählt:

Reguläres System, 3 gleiche aufeinander senkrechte Achsen. a, a, a (vergl. Fig. 7).

Hexagonales System, 3 gleiche Nebenachsen, die sich in einer Ebene unter 60° schneiden, und senkrecht dazu eine vierte, von jenen verschiedene, die man Hauptachse nennt. a, a, a, c (vergl. Fig. 37).

Quadratisches System, 2 gleiche aufeinander senk-

rechte Nebenachsen und senkrecht dazu eine dritte, von jenen verschiedene Hauptachse. a, a, c (vergl. Fig. 52).

Rhombisches System, 3 ungleiche, aufeinander senkrechte Achsen. ă, $\bar{b}$ c (vergl. Fig. 63).

Monoklines System, 3 ungleiche Achsen; zwei (a, c) schneiden sich unter schiefem Winkel, die dritte (b) ist auf beiden senkrecht.

Triklines System, 3 ungleiche, unter schiefen Winkeln sich schneidende Achsen.

Bei der Betrachtung stellt man die Kristalle zweckmäßig so, daß eine Achse (c) vertikal ist und eine andere (b) quer von links nach rechts geht; die Lage der dritten (a) ergibt sich dann von selbst. Man nennt sie dann auch Vertikalachse (c), Querachse (b) und Längsachse (a).

Lage der Kristallflächen gegen die Achsen. An einem Kristall liegen die Flächen so, daß sie entweder:

1) alle drei Achsen schneiden (Fig. 52) oder, genügend verlängert gedacht, schneiden können (Fig. 54), oder
2) nur zwei Achsen schneiden und einer parallel gehen (Fig. 55), oder
3) nur eine Achse schneiden und den beiden andern parallel gehen (Fig. 56).

Man kann nun die Lage einer Fläche am Kristall dadurch angeben, daß man bestimmt, wie sie die angenommenen Achsen schneidet. Hierbei kommt es nicht auf die wirkliche Länge der auf den Achsen abgeschnittenen Stücke an, sondern nur auf das Verhältnis der Abschnitte, also darauf, ob eine Fläche die angenommenen Achsen in gleichem oder verschiedenem Verhältnis schneidet, ob sie einer oder zwei Achsen parallel geht. Das Verhältnis ihrer Abschnitte nennt man auch ihr **Parameterverhältnis**.

Schneidet eine Fläche drei gleiche Achsen (a) in gleichem Verhältnis, so wird ihre Lage zu den Achsen durch das Parameterverhältnis a : a : a ausgedrückt; schneidet eine Fläche drei gleiche Achsen in verschiedenem Verhältnis, so wird dies durch das Parameterverhältnis a : ma : na ausgedrückt. Werden drei ungleiche Achsen in gleichem Verhältnis (d. h. in der angenommenen Einheit) geschnitten, so wird dies durch a : b : c ausgedrückt. Die Ausdrücke a:mb:nc oder ma:b:nc oder ma:nb:c besagen, daß eine Fläche drei ungleiche Achsen in verschiedenem Verhältnis schneidet. Die Zahlen für m und n sind immer einfache ganze oder gebrochene Zahlen z. B. 2, 3, 4, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{2}$ usw. Schneidet z. B. eine Fläche an einer von drei gleichen Achsen ein doppelt so großes Stück ab als von den beiden anderen, so wird dies durch a : a : 2a ausgedrückt.

Geht eine Fläche einer Achse parallel, so sagt man, sie schneide sie im Unendlichen, und drückt dies durch das Zeichen ∞ aus; so heißt a : a : ∞a = eine Fläche schneidet von drei gleichen Achsen zwei in gleichem Verhältnis und geht der dritten parallel. Ausdrücke wie a : ma : ∞a, a : a : ∞c, a : b : ∞c, ∞a : b : c, a : ∞b : c sind hiernach ohne weiteres verständlich.

Geht eine Fläche zwei Achsen parallel, so bekommen diese beiden Achsen das Zeichen für Unendlich ∞, und die Lage einer solchen Fläche gegen gleiche oder ungleiche Achsen wird durch die Parameterverhältnisse: a:∞a:∞a, a:∞a:∞c, a : ∞b : ∞c, ∞a : b : ∞c, ∞a : ∞b : c ausgedrückt.

Diese Art, die Lage der Flächen zu den Achsen durch ihr Parameterverhältnis anzugeben, ist von dem berühmten Kristallographen Chr. S. Weiß eingeführt worden und heißt nach ihm die Weißsche Bezeichnungsweise; sie ist einfach und anschaulich.

Naumannsche Bezeichnungsweise. Eine andere Art, die Kristallformen zu bezeichnen, rührt von Naumann her; sie ist gleichfalls leicht verständlich und hat den Vorzug der Kürze. Man geht hierbei von der Form aus, deren Flächen die Achsen in gleichem Verhältnis schneiden; eine solche Form heißt Pyramide, im regulären System meist Oktaeder; Naumann bezeichnet diese Form mit dem Anfangsbuchstaben, also mit P und O; die Zahlen im Weißschen Ausdruck, die auf die Vertikalachse sich beziehen, setzt man vor P, die auf eine Nebenachse sich beziehen, hinter P; sind die Nebenachsen ungleich, so gibt man durch ein hinzugefügtes Zeichen der Kürze ˘ oder Länge ¯ an, ob die Zahl hinter P auf die kürzere oder längere Nebenachse sich bezieht. Im regulären System setzt man die größere Zahl vor O, die kleinere hinter O. Es ist z. B. $a : a : a : = O$; $a : a : 2a = 2O$; $a : 2a : 2a = 2O2$; $a : \frac{3}{2}a : 3a = 3O\frac{3}{2}$; $a : b : 2c = 2P$; $2\breve{a} : \bar{b} : c = P\breve{2}$; $\breve{a} : 2\bar{b} : c = P\bar{2}$; $a : b : \infty c = \infty P$; $\infty\breve{a} : \bar{b} : \infty c = \infty P\breve{\infty}$. Die Fläche, die den beiden Nebenachsen parallel geht ($\infty a : \infty b : c$), bekommt bei Naumann das Zeichen o P.

Benennung der Formen. Formen, deren Flächen alle drei Achsen schneiden, nennt man *Pyramiden*; die, deren Flächen einer Achse parallel gehen, heißen *Säulen* oder *Prismen*; die, deren Flächen zwei Achsen parallel gehen, heißen *Endflächen* oder *Pinakoide*. Prismen, deren Flächen der Vertikalachse parallel gehen, heißen *Vertikalprismen*, solche, deren Flächen der Querachse parallel gehen, *Querprismen* und die, deren Flächen der Längsachse parallel gehen, *Längsprismen*. Von den Endflächen geht die *Basis* oder kurz Endfläche den Nebenachsen parallel, die *Querfläche* der Querachse und Vertikalachse, die *Längsfläche* der Längsachse und Vertikalachse.

Naumann nennt die Quer- und Längsprismen Domen, die Quer- und Längsflächen Pinakoide; die, welche der kürzeren Nebenachse parallel gehen, bekommen das Beiwort Brachy, also Brachydoma, Brachypinakoid, die, welche der längeren Nebenachse parallel gehen, das Beiwort Makro, also Makrodoma, Makropinakoid (vergl. das rhombische System). Wenn dagegen eine Achse schief zu den andern steht, wie es im monoklinen System der Fall ist, so bekommen die Flächen, welche der schiefen Achse parallel gehen, das Beiwort Klino, also Klinodoma und Klinopinakoid, und die, welche der dazu senkrechten, der geraden Achse parallel gehen, das Beiwort Ortho, also Orthodoma, Orthopinakoid.

Hemiedrie. Bisweilen kommt es vor, daß an einer scheinbar einfachen Kristallform, z. B. einem Oktaeder, die eine Hälfte der Flächen von der anderen Hälfte physikalisch verschieden, die eine Hälfte z. B. glänzend, die andere matt ist (Fig. 6), oder daß nur die eine Hälfte der Flächen auftritt, die andere Hälfte ganz fehlt; aus dem Oktaeder wird so das Tetraeder (Fig. 6). Man nennt diese Erscheinung Hemiedrie, die auftretenden Formen Halbflächner oder Hemieder. Sie besitzen weniger Symmetrieebenen als die andern Kristalle des Systems, können aber immer von solchen, die die volle Zahl von Symmetrieebenen besitzen, den vollflächigen oder holoedrischen Kristallen, abgeleitet werden, da ihre Flächen zu den Achsen dieselbe Lage haben wie bei diesen. Wie leicht einzusehen, kann ein solcher Vollflächner 2 Hemieder liefern, je nachdem die eine oder die andere Hälfte seiner Flächen auftritt; beide haben genau dieselbe Form, aber verschiedene physikalische Eigenschaften (z. B. verschiedenen

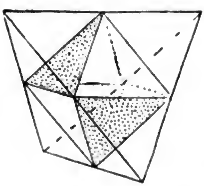


Fig. 6.
Tetraeder, der Halbflächner des Oktaeders. Zinkblende.

Glanz) und am selben Kristall verschiedene Lage. Um beide zu unterscheiden, pflegt man das eine Hemieder positiv, das andere, das von demselben Vollflächner sich ableitet, negativ zu nennen. Seltener tritt von einer Form nur der vierte Teil der Flächen auf, was man als Tetartoedrie bezeichnet.

Die im ganzen seltene Erscheinung, daß am einen Ende einer Achse andere Flächen auftreten als am andern, nennt man Hemimorphismus (Fig. 130 und 132).

Jede Hemiedrie ist eine Kristallklasse für sich; die 32 Klassen (Seite 17) bestehen aus 6 holoedrischen und 26 hemiedrischen (tetartoedrischen oder hemimorphen) Gruppen, und immer ist es möglich, die hemiedrischen Klassen eines Systems von der holoedrischen abzuleiten. Wir wollen im folgenden nur die wichtigsten holoedrischen und hemiedrischen Formen kennen lernen. Bei ihrer Beschreibung nehmen wir an, daß sie ideal ausgebildet seien, d. h. daß die physikalisch gleichen Flächen eines Kristalls gleich groß seien.

Reguläres System.

(3 gleiche, aufeinander senkrecht stehende Achsen. Achsenkreuz mit 9 Symmetrieebenen.)

Einfache holoedrische Formen.

(9 Symmetrieebenen, von denen drei den Würfelflächen, sechs den Flächen des Rhombendodekaeders parallel gehen.)

1. Oktaeder (Fig. 7), begrenzt von 8 gleichseitigen Dreiecken, die Achsen gehen von Ecke zu Ecke; jede Fläche schneidet die 3 Achsen in gleicher Länge. a : a : a = O.

2. Pyramidenoktaeder (Fig. 8), begrenzt von 24 gleichschenkligen Dreiecken, die Achsen gehen durch die Ecken E; jede Fläche schneidet 2 Achsen in gleicher, die dritte in größerer Länge. a : a : ma = mO, z. B. 2O.

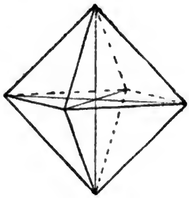


Fig. 7.
Oktaeder.
Magneteisen.

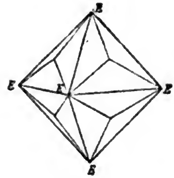


Fig. 8.
Pyramidenoktaeder.

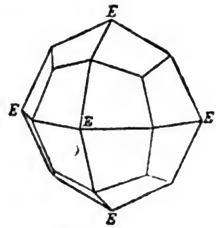


Fig. 9.
Ikositetraeder.
Analzim.

3. Ikositetraeder (Fig. 9), begrenzt von 24 Vierecken (Deltoiden), die Achsen gehen durch die Ecken E; jede Fläche schneidet zwei Achsen in gleicher, die dritte in kleinerer Länge. a : ma : ma = mOm, z. B. 2O2.

4. Achtundvierzigflächner (Fig. 10), begrenzt von 48 ungleichseitigen Dreiecken, die Achsen gehen durch die Ecken E; jede Fläche schneidet die 3 Achsen in verschiedener Länge. a : ma : na = mOn, z. B. 3O$\frac{3}{2}$.

5. Rhombendodekaeder (Fig. 11), auch Granatoeder genannt, begrenzt von 12 rhombischen Flächen, die Achsen gehen durch die Ecken E; jede Fläche geht einer Achse parallel und schneidet die beiden andern in gleicher Länge. a : a : ∞a = ∞O.

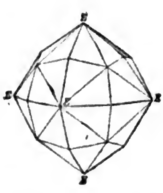


Fig. 10.
Achtundvierzigflächner.
Diamant.

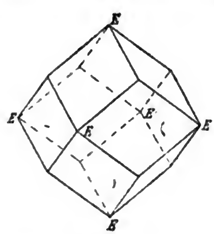


Fig. 11.
Rhombendodekaeder.
Granat.

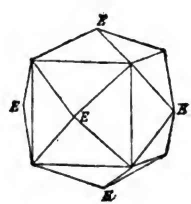
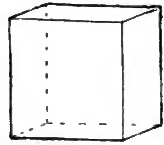


Fig. 12.
Pyramidenwürfel.
Flußspat.

6. Pyramidenwürfel (Fig. 12), begrenzt von 24 gleichschenkligen Dreiecken, die Achsen gehen durch die Ecken E; jede Fläche geht einer Achse parallel und schneidet die beiden andern in verschiedener Länge.
a : na : ∞a = ∞On, z. B. ∞O2.


Fig. 13. Würfel. Steinsalz.

7. Würfel (Fig. 13), begrenzt von 6 aufeinander senkrechten gleichen Flächen, die Achsen gehen durch die Mitte der Flächen, jede Fläche geht 2 Achsen parallel.
a : ∞a : ∞a = ∞O∞.

Kombinationen. Die genannten einfachen Formen treten vielfach zu Kombinationen zusammen, einige der häufigsten sind:

Träger der Kombination:	Die Ecken werden abgestumpft durch:	Die Kanten werden abgestumpft durch:	Die Kanten werden zugeschärft durch:
Oktaeder O	Würfel O.∞O∞ Fig. 14	Rhombendodekaeder O.∞O Fig. 15	Pyramidenoktaeder O.2O Fig. 16
Würfel ∞O∞	Oktaeder ∞O∞.O Fig. 17	Rhombendodekaeder ∞O∞.∞O Fig. 18	Pyramidenwürfel ∞O∞.∞O2 Fig. 19
Rhombendodekaeder ∞O	Würfel und Oktaeder ∞O.∞O∞.O Fig. 20	Ikositetraeder ∞O.2O2 Fig. 21	48-Flächner ∞O.3O$\frac{3}{2}$ Fig. 22

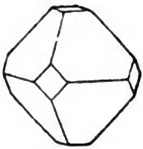


Fig. 14.
Oktaeder mit Würfel.
Bleiglanz.

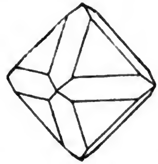


Fig. 15.
Oktaeder mit
Rhombendodekaeder.
Spinell.

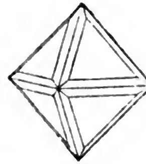


Fig. 16.
Oktaeder mit
Pyramidenoktaeder.
Bleiglanz.

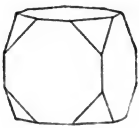


Fig. 17.
Würfel mit
Oktaeder.
Bleiglanz.

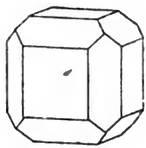


Fig. 18.
Würfel mit Rhombendodekaeder.
Flußspat.

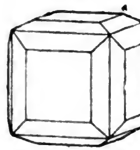


Fig. 19.
Würfel mit
Pyramidenwürfel.
Flußspat.



Fig. 20.
Rhombendodekaeder
mit Würfel und
Oktaeder.

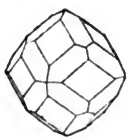


Fig. 21.
Rhombendodekaeder
mit Ikositetraeder.
Granat.

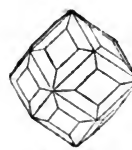


Fig. 22.
Rhombendodekaeder
mit Achtundvierzigflächner.

Am Würfel als Träger der Kombination bewirkt außerdem das Ikositetraeder eine dreiflächige, von den Flächen aus aufgesetzte Zuspitzung der Ecken, der Achtundvierzigflächner eine sechsflächige Zuspitzung der Ecken; am Oktaeder als Träger der Kombination bewirkt das Ikositetraeder eine vierflächige, von den Flächen aus aufgesetzte Zuspitzung der Ecken. Beispiele: Gold, Silber, Kupfer, Steinsalz, Flußspat, Magneteisen, Spinell, Bleiglanz, Granat, Analzim.

Hemieder. Es gibt im regulären System zwei wichtige Gruppen von hemiedrischen Formen, die tetraedrischen und die pyritoedrischen. Die ersteren besitzen nur die 6 den Rhombendodekaederflächen parallelen Symmetrieebenen, die andern nur die drei den Würfelflächen parallelen Symmetrieebenen. Den tetraedrischen fehlt das Symmetriezentrum, bei den andern ist es vorhanden, diese werden daher auch parallelflächig hemiedrisch, die tetraedrischen geneigtflächig genannt. Die wichtigsten Formen der

Tetraedrischen Hemiedrie

sind:

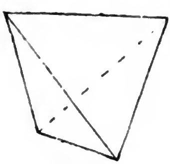


Fig. 23.
Tetraeder.
Borazit.

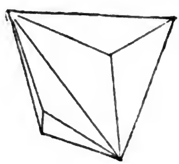


Fig. 24.
Pyramidentetraeder.
Fahlerz.

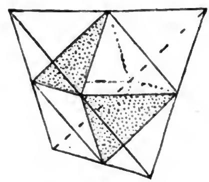


Fig. 25.
Tetraeder, Halbflächner
vom Oktaeder.
Zinkblende.

Tetraeder (Fig. 23), begrenzt von 4 gleichseitigen Dreiecken, die Achsen gehen durch die Mitte der Kanten: es ist der Halbflächner vom Oktaeder, sein Zeichen daher $\frac{0}{2}$.

Pyramidentetraeder (Fig. 24), begrenzt von 12 gleichschenkligen Dreiecken, die Achsen gehen durch die langen Kanten; es ist der Halbflächner vom Ikositetraeder, sein Zeichen daher $\frac{mOm}{2}$, z. B. $\frac{2O2}{2}$.

Die andern Formen, das Deltoeder $\frac{mO}{2}$ und Hexakistetraeder $\frac{mOn}{2}$, sind selten. Der Würfel, das Rhombendodekaeder und der Pyramidenwürfel liefern keine besonderen tetraedrischen Hemieder.

Die tetraedrischen Formen kann man von ihren vollflächigen ableiten nach dem Gesetz: Die in einem Oktanten*) liegenden Flächen verhalten sich einander gleich und verschieden von den Flächen in den angrenzenden Oktanten. Wenn die Flächen in dem einen Oktanten sich ausdehnen und die in den benachbarten Oktanten verschwinden, entsteht eine hemiedrische Form, z. B. aus dem Oktaeder ein Tetraeder (Fig. 25).

Kombinationen. Die Kanten des Tetraeders werden abgestumpft durch den Würfel (Fig. 26); ist der Würfel Träger der Kombination, so stumpft das Tetraeder die abwechselnden Ecken ab (Fig. 27). Die Ecken des Tetraeders werden abgestumpft durch das andere Tetraeder, das man sein Gegentetraeder nennt (Fig. 28 u. 25). Die Kanten des Tetraeders werden zugeschärft durch Pyramidentetraeder (Fig. 29), die Ecken des Tetraeders werden von den Flächen aus zugespitzt durch das Rhombendodekaeder (Fig. 30). Fig. 31 stellt eine Kombination von Würfel mit Tetraeder und Rhombendodekaeder dar. Beispiele: Fahlerz, Zinkblende, Borazit.

*) Ein Oktant ist ein Teil des Raumes, dessen Grenzen durch die Ebenen gegeben sind, die man sich durch je 2 Achsen gelegt denkt. Bei einem Oktaeder z. B. liegt immer nur eine Fläche in einem Oktanten, beim Pyramidenoktaeder liegen drei, beim Achtundvierzigflächner sechs Flächen in einem Oktanten. Eine Würfelfläche liegt in 4 Oktanten, da die Grenzen der Oktanten über ihre Mitte hingehen.

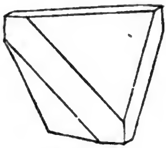


Fig. 26.
Tetraeder mit Würfel.
Zinkblende.

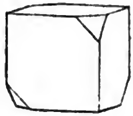


Fig. 27.
Würfel mit Tetraeder.
Borazit.

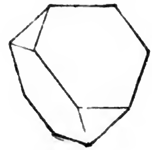


Fig. 28.
Tetraeder mit Gegentetraeder.
Zinkblende.

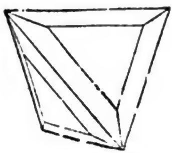


Fig. 29.
Tetraeder mit Pyramiden-tetraeder.
Fahlerz.

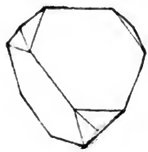


Fig. 30.
Tetraeder mit Rhomben-dodekaeder.
Fahlerz.

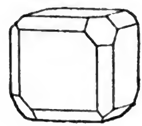


Fig. 31.
Würfel mit Tetra-eder und Rhom-bendodekaeder.
Borazit.

Pyritoedrische Hemiedrie.

Pentagondodekaeder oder Pyritoeder*) (Fig. 32), begrenzt von 12 Fünfecken (Pentagonen), die Achsen gehen durch die Kanten, die in jedem Fünfeck nur einmal vorhanden sind. Halbflächner vom Pyramidenwürfel; daher das Zeichen $\frac{\infty O n}{2}$, z. B. $\frac{\infty O 2}{2}$.

Diploeder (Fig. 33), begrenzt von 24 Flächen, die Achsen gehen durch die Ecken E. Halbflächner vom Achtundvierzigflächner, das Zeichen $\frac{m O n}{2}$ setzt man zum Unterschied

*) Genannt nach Pyrit, Schwefelkies, der in dieser Form häufig kristallisiert.

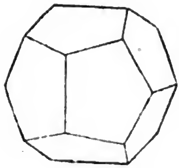


Fig. 32.
Pentagondodekaeder.
Schwefelkies.

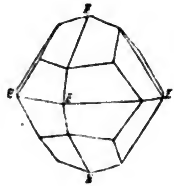


Fig. 33.
Diploeder.
Schwefelkies.

gegen die tetraedrischen Halbflächner in eckige Klammer, also z. B. $\left[\frac{3O\frac{3}{2}}{2}\right]$;

Das Gesetz, nach dem man diese Halbflächner von ihren Vollflächnern ableiten kann, lautet: Die in einem Oktanten liegenden Flächen verhalten sich abwechselnd gleich, und an der Grenze der Oktanten stoßen sich gleich verhaltende Flächen zusammen. Nur Pyramidenwürfel und Achtundvierzigflächner liefern besondere hemiedrische Formen, die andern bleiben in ihrer Gestalt unverändert.

Kombinationen. Die beiden Hemieder bilden miteinander und mit Würfel und Oktaeder, nie aber mit den Formen der tetraedrischen Hemiedrie Kombinationen. Die Kanten des Würfels werden durch das Pentagondodekaeder

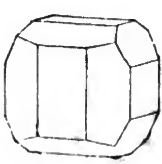


Fig. 34.
Würfel mit
Pentagondodekaeder.
Schwefelkies.

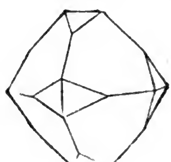


Fig. 35.
Oktaeder mit
Pentagondodekaeder.
Kobaltglanz.

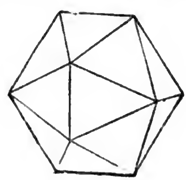


Fig. 36.
Oktaeder und
Pentagondodekaeder
im Gleichgewicht.
Kobaltglanz.

schief abgestumpft (Fig. 34), die Ecken des Oktaeders werden vom Pentagondodekaeder zweiflächig zugespitzt (Fig. 35); Oktaeder und Pentagondodekaeder im Gleichgewicht bilden das sogenannte Ikosaeder (Fig. 36). Das Diploeder bildet am Oktaeder eine vierflächige, am Würfel eine dreiflächige Zuspitzung der Ecken, seine Flächen liegen schief zu den Kanten dieser Formen. Beispiele: Schwefelkies, Kobaltglanz.

Hexagonales System.

(Achsenkreuz mit 7 Symmetrieebenen; außer der Hauptachse drei gleiche in einer Ebene liegende Nebenachsen [vergl. S. 18]. Es genügt, wenn man angibt, in welcher Weise die Hauptachse und zwei Nebenachsen von einer Fläche geschnitten werden; der Schnitt auf der dritten Nebenachse folgt daraus von selbst, wir lassen ihn weg.)

Einfache Formen.

1. Hexagonale Pyramiden sind begrenzt im ganzen von 12 gleichschenkligen Dreiecken; die Hauptachse geht durch die beiden Endecken, die drei angenommenen Nebenachsen können durch die Ecken oder durch die Mitte der Seiten-

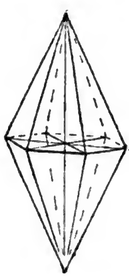


Fig. 37.
Hexagonale Pyramide erster Stellung.

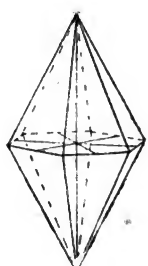


Fig. 38.
Hexagonale Pyramide zweiter Stellung.

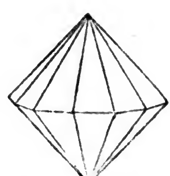


Fig. 39.
Dihexagonale Pyramide.

kanten gehen, die Flächen der äußerlich gleichen Formen können demnach zu den Nebenachsen verschieden liegen, und man unterscheidet hiernach:

1a. Pyramiden erster Stellung (Fig. 37), die Achsen gehen von Ecke zu Ecke, eine Fläche schneidet zwei Nebenachsen im Verhältnis a:a und geht der dritten parallel; die Hauptachse wird von den verschiedenen Pyramiden, die an den Kristallen einer Substanz auftreten können, in verschiedener Länge geschnitten; aus allen wählt man eine als Grundpyramide $a:a:c = P$, die andern sind dann steiler als diese oder stumpfer, z. B. $a:a:2c,:3c,:\frac{1}{2}c = 2P$, $3P, \frac{1}{2}P$.

1b. Pyramiden zweiter Stellung (Fig. 38), die Nebenachsen gehen durch die Mitte der Seitenkanten, zwei Nebenachsen werden im Verhältnis a:2a, die Hauptachse von verschiedenen Pyramiden wieder in verschiedener Länge geschnitten, also $a:2a:mc = mP2$, z. B. $2P2$, $P2$ usw.

2. Dihexagonale Pyramiden (oder zwölfseitige Pyramiden) (Fig. 37) sind begrenzt von 24 ungleichseitigen Dreiecken, eine Fläche schneidet zwei Nebenachsen im Verhältnis a:na, worin n zwischen 1 und 2 liegt. $a:na:mc = mPn$, z. B. $3P\frac{3}{2}$, $6P\frac{6}{5}$.

3. Hexagonale Prismen sind begrenzt von 6 Flächen, die der Hauptachse parallel gehen und sich unter 120° schneiden; sie können zu den Nebenachsen dieselbe verschiedene Lage haben wie die Flächen der hexagonalen Pyramiden. Die äußerlich gleichen Formen werden demnach unterschieden als:

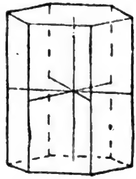


Fig. 40.
Hexagonales Prisma erster Stellung. Kalkspat.

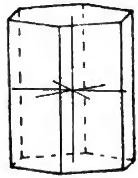


Fig. 41.
Hexagonales Prisma zweiter Stellung. Korund.

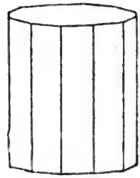


Fig. 42.
Dihexagonales Prisma.

3a. Prisma erster Stellung (Fig. 40), die Nebenachsen gehen von Kante zu Kante. $a:a:\infty c = \infty P$.

3b. Prisma zweiter Stellung (Fig. 41), die Nebenachsen gehen von Fläche zu Fläche. $a:2a:\infty c = \infty P2$.

Die Formen beider Prismen sind vollkommen gleich, sie unterscheiden sich nur durch die Lage ihrer Flächen zu den Nebenachsen. Lasse ich diese von Kante zu Kante gehen, so nenne ich es Prisma erster Stellung; lasse ich sie in demselben Prisma von Fläche zu Fläche gehen, so nenne ich es zum Unterschied Prisma zweiter Stellung.

4. Dihexagonale Prismen (Fig. 42), oder zwölfseitige Prismen, sind begrenzt von zwölf der Hauptachse parallelen, gleichen Flächen. $a:na:\infty c = \infty Pn$, z. B. $\infty P\frac{3}{2}$.

5. Die Basis oder Endfläche geht den Nebenachsen parallel, $\infty a:\infty a:c = oP$, besteht aus einer Fläche und der parallelen Gegenfläche. Sie bildet z. B. in den Figuren 40—42 die Endbegrenzung der Prismen.

Die Kombinationen können von Formen gleicher und verschiedener Stellung gebildet werden. Treten Formen gleicher Stellung zu Kombinationen zusammen, so kommen die Flächen der einen Form über oder unter die

Flächen der andern zu liegen; so stellt z. B. Figur 43 Prisma und Pyramide gleicher Stellung, Figur 44 zwei Pyramiden gleicher Stellung vor; beide sind als Formen erster Stellung gezeichnet, sie könnten auch als Formen zweiter Stellung aufgefaßt werden. Treten Formen von verschiedener Stellung zusammen, so liegen in der Kombination die Flächen der einen Form über oder unter den Kanten der

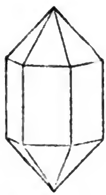


Fig. 43.
Prisma und Pyramide gleicher Stellung.

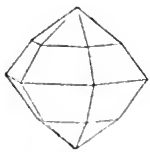


Fig. 44.
Zwei Pyramiden gleicher Stellung.

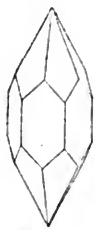


Fig. 45.
Prisma und Pyramide verschiedener Stellung.

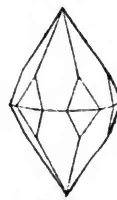


Fig. 46.
Zwei Pyramiden verschiedener Stellung.

andern; so stellt Figur 45 ein Prisma und eine Pyramide verschiedener Stellung, Figur 46 zwei Pyramiden verschiedener Stellung vor. Figur 45 ist als Prisma erster Stellung mit Pyramide zweiter Stellung gezeichnet; die Form könnte auch als Prisma zweiter Stellung mit Pyramide erster Stellung aufgefaßt werden. Figur 46 ist als Pyramide erster Stellung mit untergeordneter Pyramide zweiter Stellung gezeichnet; sie könnte auch als Pyramide zweiter Stellung mit untergeordneter Pyramide erster Stellung aufgefaßt werden. Das Prisma erster Stellung stumpft am Prisma zweiter Stellung die Kanten gerade ab und umgekehrt. Die Basis bildet die natürliche Endbegrenzung der Prismen (Figuren 40—42); an den Pyramiden stumpft sie die Endecke ab (siehe Fig. 94). Die dihexagonalen Pyramiden

und Prismen sind in den Kombinationen schon durch die Zahl ihrer Flächen zu erkennen.

Beispiel: Beryll.

Hemieder. Im hexagonalen System sind hemiedrische Kristalle häufiger als vollflächige. Von besonderer Wichtigkeit ist die rhomboedrische Hemiedrie, benannt nach der häufigsten Form, dem Rhomboeder. Das Gesetz, nach dem man diese Halbflächner von ihren Vollflächnern ableiten kann, lautet: Die in einem Dodekanten liegenden Flächen verhalten sich einander gleich und verschieden von den Flächen in den angrenzenden Dodekanten; es ist analog dem Gesetze der tetraedrischen Hemiedrie im regulären System. Die hemiedrischen Formen heißen Rhomboeder und Skalenoeder.

Rhomboeder (Fig. 47 und 48) sind die Halbflächner von hexagonalen Pyramiden erster Stellung und können wie diese steil oder stumpf sein. Jedes Rhomboeder ist von 6 Rhombenflächen begrenzt; die Nebenachsen gehen durch die Mitte der auf- und absteigenden Seitenkanten. Aus jeder Pyramide kann man 2 Rhomboeder ableiten, die man als positiv und negativ unterscheidet; wir können sie analog den regulären Tetraedern als $\frac{mP}{2}$ bezeichnen.

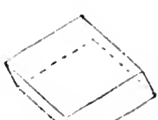


Fig. 47.
Rhomboeder.
Kalkspat.

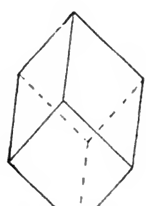


Fig. 48.
Rhomboeder.
Kalkspat.

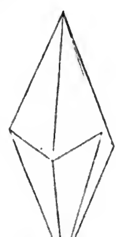


Fig. 49.
Skalenoeder.
Kalkspat.

Naumann hat wegen der Häufigkeit rhomboedrischer Kristalle besondere Zeichen eingeführt und gibt einem Rhomboeder das Zeichen R; andere Rhomboeder bekommen das Zeichen $-\frac{1}{2}R$, $-2R$, $+4R$ usw.

Skalenoeder (Fig 49) sind die Halbflächner von dihexagonalen Pyramiden, wir können ihnen daher das Zeichen $\frac{mPn}{2}$ geben. Das Naumannsche Zeichen ist mRn; das häufigste Skalenoeder ist R3; mR in diesem Zeichen gibt das Rhomboeder an, das so in das Skalenoeder eingezeichnet werden kann, daß die Seitenkanten beider zusammenfallen, und die Zahl n, die hier hinter R steht, gibt an, ein wieviel größeres Stück eine Skalenoederfläche von der Hauptachse abschneidet als eine Fläche des eingeschriebenen Rhomboeders. In R3 (Fig. 49) kann also das Rhomboeder R (Fig. 47) eingezeichnet werden und die Flächen von R3 schneiden die Hauptachse in der dreifachen Länge als die von R. Ein Skalenoeder ist begrenzt von zwölf ungleichseitigen Dreiecken; die Kanten, welche in den beiden Endecken zusammenstoßen, sind abwechselnd stumpfer und schärfer; die Nebenachsen gehen wieder durch die Mitte der auf- und absteigenden Seitenkanten.

Die hexagonalen Prismen erster und zweiter Stellung und die Pyramiden zweiter Stellung liefern keine besondern hemiedrischen Formen, können aber mit diesen in Kombination treten.

Die **Kombinationen** rhomboedrischer Formen sind immer leicht zu bestimmen, wenn man daran denkt, daß die Rhomboeder nur von Pyramiden erster Stellung, nicht auch von solchen zweiter Stellung sich ableiten. Liegen daher in einer Kombination von Rhomboeder und Prisma die Rhomboederflächen über den Prismenflächen, so haben wir Prisma erster

Stellung und Rhomboeder (Fig. 50), liegen aber die Rhomboederflächen über den Prismenkanten, so haben wir Prisma zweiter Stellung und Rhomboeder (Fig. 51). Treten nur positive (oder nur negative) Rhomboeder miteinander in Kombination, so liegt Fläche über Fläche; treten positive Rhomboeder mit negativen in Kombination, so liegen die Flächen der einen über oder unter den Kanten der andern. In einem besondern Fall werden die Kanten des einen (etwa positiven) Rhomboeders (+R) durch die Flächen eines andern (dann negativen und umgekehrt) Rhomboeders ($-\frac{1}{2}R$) gerade abgestumpft; man nennt letzteres das nächste stumpfere Rhomboeder.



Fig. 50. Prisma erster Stellung mit Rhomboeder. Kalkspat.

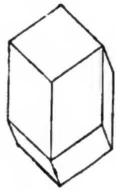


Fig. 51. Prisma zweiter Stellung mit Rhomboeder.

Beispiele: Kalkspat, Eisenglanz, Korund, Rotgültigerz.

Quadratisches System.

(Achsenkreuz mit 5 Symmetrieebenen. Außer der Hauptachse zwei unter sich gleiche, von der Hauptachse verschiedene Nebenachsen; die drei Achsen sind aufeinander senkrecht.)

Einfache Formen.

1. Quadratische Pyramiden sind begrenzt von 8 gleichschenkligen Dreiecken; die Nebenachsen können durch die Ecken oder durch die Mitten der Seitenkanten gehen; die Flächen der äußerlich gleichen Formen können demnach gegen die Achsen verschieden liegen, und man unterscheidet:

1a. Pyramiden erster Stellung (Fig. 52), die Achsen gehen von Ecke zu Ecke; die Nebenachsen werden in gleichem Verhältnis geschnitten, also: $a : a : mc = mP$. Grund-

pyramide $a:a:c = P$ (vergl. S. 29). Beispiel: $\frac{1}{2}P$, P, $2P$, $3P$ usw.

1b. **Pyramiden zweiter Stellung** (Fig. 53), die Nebenachsen gehen durch die Mitte der Seitenkanten, eine Fläche geht je einer Nebenachse parallel, also $a:\infty a:mc = mP\infty$. Beispiel: $\frac{1}{2}P\infty$, $P\infty$, $2P\infty$ usw.

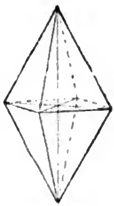


Fig. 52. Quadratische Pyramide erster Stellung.

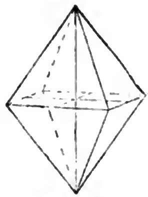


Fig. 53. Quadratische Pyramide zweiter Stellung.

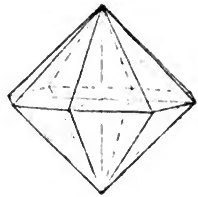


Fig. 54. Dioktaeder.

2. **Dioktaeder** (Fig. 54), begrenzt von 16 ungleichseitigen Dreiecken, eine Fläche schneidet die drei Achsen in verschiedenem Verhältnis. $a:na:mc = mPn$, z. B. $3P3$.

3. **Quadratische Prismen** sind begrenzt von 4 Flächen, die sich unter 90° schneiden, der Hauptachse parallel gehen und zu den Nebenachsen dieselbe verschiedene Lage haben wie die Flächen der quadratischen Pyramiden. Die äußerlich gleichen Formen werden demnach unterschieden als:

3a. **Prisma erster Stellung** (Fig. 55), die Nebenachsen gehen von Kante zu Kante und werden in gleichem Verhältnis geschnitten. $a:a:\infty c = \infty P$.

3b. **Prisma zweiter Stellung** (Fig. 56), die Nebenachsen gehen durch die Mitte der Fläche; eine Fläche geht außer der Vertikalachse auch je einer Nebenachse parallel. $a:\infty a:\infty c: = \infty P\infty$.

4. Achtseitiges Prisma (Fig. 57), begrenzt von 8 Flächen, die die Nebenachse in verschiedenem Verhältnis schneiden und der Vertikalachse parallel gehen, also a : na : ∞c = ∞Pn. Z. B. ∞P2.

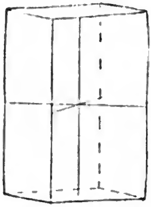


Fig. 55.
Quadratisches Prisma
erster Stellung.

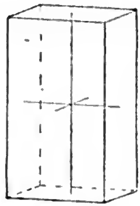


Fig. 56.
Quadratisches Prisma
zweiter Stellung.

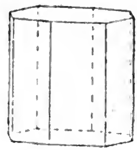


Fig. 57.
Achtseitiges Prisma.

Basis (Endfläche), geht den Nebenachsen parallel, ∞a : ∞a : c = oP; in den Figuren 55—57 bildet sie die Endbegrenzung der Prismen.

Kombinationen: Hier gilt das S. 33 Gesagte. Figur 58 stellt uns ein Prisma mit Pyramide gleicher Stellung, Figur 59 zwei Pyramiden gleicher Stellung vor. Beide sind als Formen erster Stellung gezeichnet, könnten aber auch als solche zweiter Stellung aufgefaßt werden. Figur 60 stellt uns Prisma und Pyramide verschiedener Stellung vor, gezeichnet als Prisma zweiter und Pyramide erster Stellung. In Figur 59 ist Prisma zweiter, Pyramide erster Stellung und Basis gezeichnet; in Figur 60 Prisma zweiter Stellung mit Pyramide erster Stellung und einem Dioktaeder.

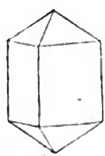


Fig. 58.
Prisma und
Pyramide gleicher
Stellung.
Zirkon.

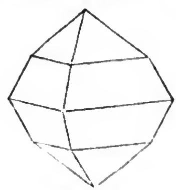


Fig. 59.
Zwei Pyramiden
gleicher Stellung.

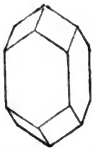


Fig. 60.
Prisma und Pyramide verschiedener Stellung.
Zirkon.

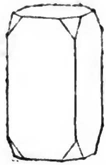


Fig. 61.
Prisma zweiter Stellung mit Pyramide erster Stellung und Basis.
Apophyllit.

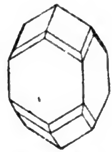


Fig. 62.
Prisma zweiter Stellung mit Pyramide erster Stellung und einem Dioktaeder.
Zirkon.

Beispiel: Zirkon, Vesuvian, Apophyllit, Honigstein.

Hemieder sind nicht häufig; aus den Pyramiden erster Stellung entstehen Tetraeder, ähnlich denen des regulären Systems, nur sind ihre Flächen nicht gleichseitige, sondern gleichschenklige Dreiecke. Kupferkies kristallisiert in dieser Hemiedrie.

Rhombisches System.

(Achsenkreuz mit 3 Symmetrieebenen; drei ungleiche, zueinander senkrechte Achsen. Irgend eine von den drei Achsen nimmt man zur Vertikalachse (c̍), die längere der beiden anderen als Querachse (b), die kürzere (ă) geht dann als Längsachse auf den Beobachter zu.)

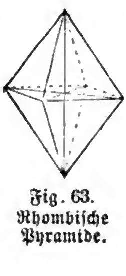


Fig. 63.
Rhombische Pyramide.

Einfache Formen.

1. Rhombische Pyramiden (Fig. 63), begrenzt von 8 ungleichseitigen Dreiecken; ihre Flächen schneiden alle drei Achsen, die von Ecke zu Ecke gehen. Also z. B. $a : b : mc = mP. \quad P. \quad \frac{1}{3} P.$

2. **Rhombische Prismen**, begrenzt von 4 einer Achse parallelen Flächen, die sich unter schiefen Winkeln schneiden; nach der Lage ihrer Flächen zu den Achsen unterscheidet man:

2a. **Vertikalprismen** (Fig. 64), die Flächen gehen der Vertikalachse parallel, z. B. $a : b : \infty c = \infty P$.

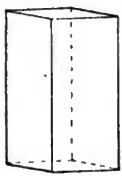


Fig. 64.
Vertikalprisma.

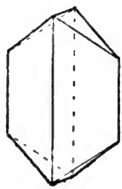


Fig. 65.
Längsprisma mit Vertikalprisma.

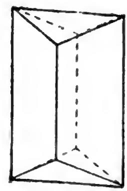


Fig. 66.
Querprisma mit Vertikalprisma.

2b. **Längsprismen** oder Brachydomen (Fig. 65, die kleinen Flächen oben), die Flächen gehen der Längsachse ($\breve{a}$) parallel. $\infty \breve{a} : \bar{b} : \acute{c} = P\breve{\infty}$.

2c. **Querprismen** oder Makrodomen (Fig. 66, die kleineren Flächen), die Flächen gehen der Querachse ($\bar{b}$) parallel. $\breve{a} : \infty \bar{b} : \acute{c} = P\bar{\infty}$.

3. **Pinakoide**, begrenzt von 2 Flächen, die 2 Achsen parallel gehen und auf der dritten senkrecht stehen.

3a. **Längsfläche** oder Brachypinakoid (die seitliche Fläche in Fig. 67) geht der Längsachse ($\breve{a}$) und der Vertikalachse parallel. $\infty \breve{a} : \bar{b} : \infty c = \infty P\breve{\infty}$.

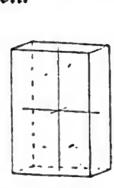


Fig. 67.
Die drei rhombischen Pinakoide.

3b. **Querfläche** oder Makropinakoid (die vordere Fläche in Fig. 67) geht der Querachse ($\bar{b}$) und der Vertikalachse parallel. $\breve{a} : \infty b : \infty c = \infty P\bar{\infty}$.

3c. Basis (die obere Fläche in Fig. 67) geht der Längs- und Querachse parallel. $\infty a : \infty b : c = oP$.

Die **Kombinationen** finden verschiedene Deutung, je nachdem man die eine oder die andere der 3 Achsen zur Vertikalachse wählt. Bei prismatischen Kristallen läßt man in der Regel die Vertikalachse den langen Prismenkanten parallel gehen. So ist der in Figur 68 gezeichnete Kristall von zwei Vertikalprismen ($a : b : \infty c = \infty P$ und $2\,a : b : \infty c = \infty P \breve{2}$) und einer Pyramide ($a : b : c = P$) begrenzt. Der

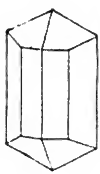


Fig. 68.
Kombination von 2 rhombischen Vertikalprismen mit einer Pyramide.
Topas.

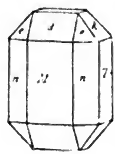


Fig. 69.
Siehe Text.
Olivin.

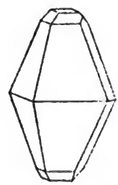


Fig. 70.
Pyramide mit einer stumpferen Pyramide, der Basis und einem Längsprisma.
Schwefel.

in Figur 69 gezeichnete Kristall ist begrenzt von einem Vertikalprisma (n), einem Längsprisma (k), einem Querprisma (d), einer Pyramide (e) und den drei Pinakoiden: Längsfläche (T), Querfläche (M) und Basis (die obere Endfläche.) Der in Fig. 70 gezeichnete Kristall ist begrenzt von einer Pyramide P, einer stumpferen Pyramide $\frac{1}{3}P$, der Basis oP und einem Längsprisma $P\widetilde{\infty}$.

Beispiele: Schwefel, Arsenkies, Olivin, Topas, Aragonit, Schwerspat, Cölestin.

Monoklines System.

(Achsenkreuz mit einer Symmetrieebene; drei ungleiche Achsen, zwei davon schneiden sich schiefwinklig, die dritte ist senkrecht zu beiden und senkrecht zur Symmetrieebene.)

Die flächenreichste einfache Form ist von im ganzen 4 Flächen, zwei Flächen und den ihnen parallelen Gegenflächen, begrenzt; für sich können daher einfache Formen nicht vorkommen, alle monoklinen Kristalle sind Kombinationen. Die Deutung der Flächen hängt von der Wahl der Achsen ab; die beiden schiefen Achsen wählt man so, daß sie in der Symmetrieebene liegen und Kristallkanten parallel gehen, die dritte ist senkrecht zur Symmetrieebene und daher gegeben. Die eine (c) der schiefen Achsen stellt man vertikal, die andere (a) läßt man vom Beobachter nach hinten aufsteigen, es ist also die Längsachse, die dritte (b) verläuft dann als Querachse quer. Die Flächen, welche am richtig gestellten Kristall oben vorne liegen, nennt man vordere, die, welche oben hinten liegen, hintere Flächen; im übrigen werden die Flächen nach ihrer Lage zu den gewählten Achsen bezeichnet:

1. Pyramiden, ihre Flächen schneiden alle drei Achsen; z. B. $a : b : c = P$ (in Figur 72 sind die mit o bezeichneten Flächen hintere Pyramidenflächen).

2. Prismen, ihre Flächen gehen einer Achse parallel und schneiden die beiden anderen Achsen.

2a. Vertikalprismen, die Flächen gehen der Vertikalachse parallel; z. B. $a : b : \infty c = \infty P$ (T in Fig. 72).

2b. Längsprismen oder Klinodomen, die Flächen gehen der Längsachse parallel; z. B. $\infty a : b : c = P\grave{\infty}$.

2c. Querprismen oder Orthodomen, auch Schiefendflächen genannt, die Flächen gehen der Querachse parallel; z. B. $a : \infty b : c = P\bar{\infty}$ (in Fig. 72 sind x und y zwei hintere Schiefendflächen).

3. Pinakoide, begrenzt von 2 Flächen, die zwei Achsen parallel gehen:

3a. Längsfläche oder Klinopinakoid, geht der Längsachse und der Vertikalachse parallel. $\infty a : b : \infty c = \infty P \grave{\infty}$ (M in Fig. 72).

3b. Querfläche oder Orthopinakoid, geht der Querachse und der Vertikalachse parallel. $a : \infty b : \infty c = \infty P \bar{\infty}$.

3c. Endfläche oder Basis, geht der Längs- und Querachse parallel. $\infty a : \infty b : c = oP$ (P in Fig. 72).

Kombinationen. Wie bei rhombischen Kristallen hängt die Deutung der Flächen von der Wahl der Achsen ab. Lasse ich bei dem in Figur 61 gezeichneten Kristall die Vertikalachse den langen Kanten, die Längsachse der schief aufsteigenden Kante parallel gehen, so habe ich als Flächen: ein Vertikalprisma, die Querfläche (vorn), die Längsfläche (an der Seite) und ein Längsprisma (oben).

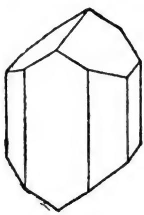


Fig. 71. Kombination von Vertikalprisma, Querfläche, Längsfläche und Längsprisma. Augit.

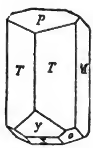


Fig. 72. Kombination von Vertikalprisma (T), Längsfläche (M), Basis (P), 2 hintern Schiefendflächen (x, y) und einer hinteren Pyramide (o). Feldspat.

Lasse ich bei dem in Figur 72 gezeichneten Kristall die Vertikalachse den langen Kanten, die Längsachse der kurzen Kante zwischen P und M parallel gehen, so habe ich ein Vertikalprisma (T), die Längsfläche (M), die Basis (P), zwei hintere Schiefendflächen (x und y) und eine hintere Pyramide (o).

Beispiele: Feldspat, Augit, Hornblende, Gips.

Triklines System.

(Keine Symmetrieebene; drei ungleiche, zueinander schiefe Achsen.)

Jede einfache Form im triklinen System besteht nur aus zwei Flächen (einer Fläche und der ihr parallelen Gegenfläche), daher ist jeder trikline Kristall eine Kombination von verschiedenen Formen. Die Deutung und Benennung der Flächen ist von der Wahl der Achsen durchaus abhängig. Man wählt die Achsen so, daß sie drei Kristallkanten parallel gehen, stellt eine von ihnen vertikal, von den beiden andern läßt man die kürzere als Längsachse auf sich zugehen, die längere verläuft dann quer und schief. Man nennt dann die Flächen, welche alle drei Achsen schneiden, Pyramiden, die, welche der Vertikalachse parallel gehen, Vertikalprismen, die, welche der Längsachse parallel gehen, Längsprismen, die der Querachse parallelen Querprismen oder Schiefendflächen; die Fläche, welche der Längs- und Vertikalachse parallel geht, nennt man Längsfläche, die, welche der Querachse und Vertikalaxe parallel geht, Querfläche und die der Längs- und Querachse parallele Fläche die Basis.

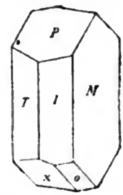


Fig. 73. Trikliner Kristall. Albit.

Lasse ich z. B. an dem in Figur 73 gezeichneten Kristall die Vertikalachse den langen Kanten, die Längsachse der schief aufsteigenden Kante zwischen P und M, und die Querachse der oben von rechts nach links gehenden längeren Kante parallel gehen, so habe ich an dem Kristall Vertikalprisma (T und l), Längsfläche (M), Basis (oben P), hintere Schiefendfläche (x, unten links) und Pyramide (o, unten rechts). Wie hier sind an jedem triklinen Kristalle alle Flächen und alle Kanten schief zueinander, rechte Winkel kommen nicht vor.

Beispiele: Albit, Axinit, Kupfervitriol.

Zwillinge. Kristalle einer Substanz können in verschiedener Weise miteinander verwachsen, entweder so, daß die Flächen des einen Kristalls den entsprechenden Flächen des andern parallel sind — Parallelverwachsung —, oder so, daß die Flächen des einen zu denen des andern ganz unregelmäßig liegen — Kristallgruppe —, oder endlich so, daß sie eine Fläche gemeinschaftlich haben, die andern nicht — Zwillingsverwachsung. Ein Zwilling

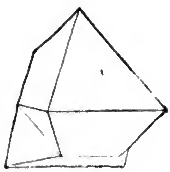


Fig. 74.
Berührungs- (oder Juxtapositions-) Zwilling von zwei Oktaedern.
Magneteisen.

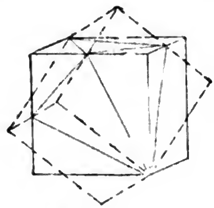
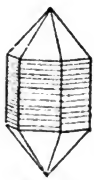


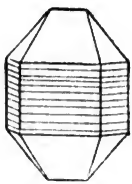
Fig. 75.
Durchwachsungs- (oder Penetrations-)Zwilling von zwei Würfeln*).
Flußspat.

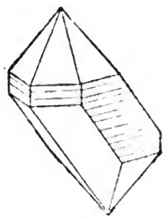
besteht demnach aus zwei oder mehr Individuen, die gesetzmäßig und nicht parallel verwachsen sind, und man unterscheidet Berührungs- (Juxtapositions-) und Durchwachsungs- (Penetrations-)Zwillinge, je nachdem die Individuen sich in einer Ebene berühren (Fig. 74) oder sich durchkreuzen (Fig. 75). Die Ebene, welche sie gemeinschaftlich haben, nennt man Zwillingsebene, (sie ist in den beiden Figuren eine Oktaederfläche, in Figur 74 die Fläche rechts oben, in Figur 75 die, welche die Ecke rechts unten abstumpfen würde); die Linie, die senkrecht zur Zwillingsebene gedacht werden kann, Zwillingsachse. Fast an allen Zwillingen treten ein-

*) Die Kanten des einen Würfels sind ausgezogen, die des andern gestrichelt.

springende Winkel auf. Man kann die Gestalt eines Berührungszwillings von der eines einfachen Kristalls ableiten, wenn man diesen parallel der Zwillingsebene in zwei Hälften geteilt und die eine Hälfte gegen die andere um die Zwillingsachse um 180° gedreht denkt. Holzmodelle sind zur Erläuterung der Zwillingsverwachsung parallel der Zwillingsebene durchsägt und gestatten durch Drehung der einen Hälfte gegen die andere, die Form des Zwillings aus der des einfachen Kristalls herzustellen.


Fig. 76.


Fig. 77.


Fig. 78.

Hexagonales Prisma mit Pyramide. Durch ungleiche Ausdehnung der gleichen gestreiften Flächen erscheinen die Kristalle in Fig. 77 und 78 verzerrt. Quarz.

Ausbildung der Kristalle. Die Kristalle sind um so regelmäßiger gebildet, je ungestörter sie sich während ihres Wachstums entwickeln konnten; in der Regel sind aber doch gleiche Flächen ungleich groß, die Kristalle sind meist, wie man sagt, verzerrt, ihre Form kann oft sehr auffallend von der idealen, in Zeichnung und Modell dargestellten Form abweichen. Die Figuren 76—78 stellen dieselbe Kombination dar, nämlich ein hexagonales Prisma mit Pyramide, eine Form, die bei Quarz häufig ist. Die Prismenflächen sind namentlich in Figur 78 in Größe und Form sehr verschieden, sie sind aber doch alle einander gleich, weil sie physikalisch gleich sind, denn alle sechs sind am Quarz deutlich horizontal gestreift; die Gleichheit der Kristallflächen liegt eben nicht, wie wir schon

früher S. 11 betont haben, in der äußeren Form, sondern in der physikalischen Beschaffenheit, und die drei Kristalle, obwohl äußerlich verschieden, sind doch, vom Standpunkt des Kristallographen betrachtet, einander gleich, es ist immer dieselbe Kombination von Prisma und Pyramide. Die Verzerrung kommt dadurch zustande, daß den Kristallen während ihres Wachstums der Stoff nicht von allen Seiten gleichmäßig zugeführt wurde. Die in einer Schale gewachsenen Alaunoktaeder sind tafelig, weil an den Seiten ihre Flächen stärker gewachsen sind als oben. Durch die Verzerrung wird die Bestimmung der Kristalle häufig recht erschwert. Auch sonst weicht die Form der Kristalle oft von der idealen Form ab, die Flächen sind bisweilen merklich gekrümmt, wodurch die Form linsenförmig (Gips) oder gar kugelig wird (Diamant). Durch Aneinanderreihung kleiner, nicht parallel gestellter Kriställchen entstehen sattelförmige oder garbenförmige Kristalle. Manchmal ist die Ausbildung der Kristalle so abweichend von der gewohnten, daß man sie für etwas anderes als ein Kristallgebilde halten möchte. Das bekannteste Beispiel sind die Eisblumen am Fenster und die Schneesterne; ganz ähnliche Gebilde kommen auch unter den Mineralien vor; baumförmige, moos-, draht-, haarförmige Kristallbildungen sind namentlich bei Gold, Silber, Kupfer und einzelnen andern Mineralien gar nichts seltenes; in andern Fällen zeigen Kristalle wohl den Umriß der Form, ihr Inneres aber ist nicht ausgefüllt, es sind wahre Kristallskelette.

Aggregat nennt man die Vereinigung von vielen dicht aneinander gedrängten Kristallindividuen, die keine Kristallflächen besitzen; ein solches Aggregat ist z. B. der weiße Marmor, der aus dichtgedrängten Körnern von Kalkspat besteht. Die Aggregate nennt man je nach der Beschaffenheit der einzelnen Individuen körnig (grob-, mittel-, feinkörnig, dicht,) faserig (parallel- und radialfaserig), stenglig, schuppig, schalig usw.

Überhaupt nennt man kristallisierte Massen ohne Kristallflächen derb, ihre Aggregate derbe Aggregate. Eine besondere Art der Aggregate heißt Glaskopf; es sind radialfaserige Aggregate mit rundlicher, nierenförmiger, meist glänzender Oberfläche; besonders gebräuchlich ist der Name für so beschaffenen Rot- und Brauneisenstein.

Vorkommen der Kristalle. Die Kristalle finden sich im Innern von Gesteinen — eingewachsen — oder auf den Wänden von Klüften und Hohlräumen — aufgewachsen: die eingewachsenen sind ringsum von Flächen begrenzt, während bei den aufgewachsenen an der Stelle, mit der sie festgewachsen sind oder waren, die Flächen fehlen. Viele auf einem Stück vereinigte Kristalle bilden eine Kristalldruse oder Stufe. Drusen, die in größeren Blasen der Gesteine die Wände der Hohlräume bekleiden, werden Geoden oder Hohldrusen genannt. Geoden in großem Maßstab sind die Kristallkeller, Klüfte und Höhlen, deren Wände mit zahllosen, oft besonders großen Kristallen bekleidet sind. Bekannt sind solche Kristallkeller in den Alpen, wo sie besonders Bergkristall enthalten; die im Gipsgebirge enthalten Gipskristalle; im Kalkgebirge enthalten die Höhlen Kalkspat in Form von Tropfstein, es sind die bekannten Tropfsteinhöhlen, bewundert wegen der mannigfachen Form der von der Decke zum Boden strebenden Stalaktiten.

In den genannten Fällen sind die Kristalle da, wo sie sich finden, entstanden; man sagt, sie befänden sich auf ursprünglicher Lagerstätte oder auf und in ihrem Muttergestein. Wenn dieses durch die Verwitterung zerstört wird und zu Schutt zerfällt, wird es vom Wasser fortgeschwemmt und bildet das Geschiebe und Gerölle der Bäche und Flüsse; von den mitgerissenen, meist abgerollten Mineralien sagt man nun, sie befänden sich auf sekundärer Lagerstätte. Enthält eine Ablagerung von Geschieben nutzbare Mineralien, so nennt

man sie eine Seife und spricht so von Gold-, Platin-, Edelsteinseifen, je nachdem aus den Geschiebeablagerungen Gold, Platin oder Edelsteine gewonnen werden.

Einschlüsse. Eine gar nicht seltene Erscheinung ist es, daß in einem Kristall fremde Körper eingeschlossen sind, die man natürlich um so besser wahrnimmt, je klarer der Kristall und je größer die Einschlüsse sind. Besonders häufig sind Einschlüsse in Bergkristall, namentlich fallen grüne Nadeln von Strahlstein auf, die wie Gras aussehen und die Meinung, Bergkristall sei eine Art Eis, nur bestärken mußten. Außer Mineralien findet man auch Flüssigkeiten als Einschluß in Kristallen, unter denen flüssige Kohlensäure besonders interessant ist; in Steinsalz ist häufig Mutterlauge eingeschlossen, in Bergkristall auch Chlornatriumlösung. Die Flüssigkeitseinschlüsse sind an einem beweglichen Bläschen (Libelle) leicht zu erkennen. In den aus Lava fest gewordenen Mineralien sind Einschlüsse von Lava (Schlacke) besonders häufig.

Sehr feine und massenhafte Einschlüsse rufen in manchen Mineralien besondere Licht- und Farbenerscheinungen hervor, so den Schimmer im Katzenauge und die lebhaften Farben des Labradorfeldspats. Die baum- und moosartigen Zeichnungen, die im Achat (Moosachat) öfters zu sehen sind und wohl für pflanzliche Gebilde gehalten wurden, sind feine Mineralteilchen, die von durchgesickertem Wasser zurückgelassen sind.

Amorph nennt man diejenigen Mineralien, die nicht kristallisiert sind; sie sind niemals von ebenen Flächen begrenzt, aber auch niemals körnig oder faserig, sondern durch ihre ganze Masse hindurch vollkommen gleichmäßig beschaffen; niemals lassen sie auch nur eine Spur von Spaltbarkeit erkennen, vielmehr ist der Zusammenhang (die Kohäsion) in allen Richtungen gleich. Die natürliche freie Oberfläche ist wie eine getropfte Masse kugelig gerundet. Der bekannteste

amorphe Körper ist das Glas, das aber kein Mineral ist. Unter den amorphen Mineralien ist Opal am häufigsten. Nicht zu verwechseln mit einem amorphen Mineral ist ein dichtes, denn dieses besteht immer aus kleinen Körnchen, die allerdings manchmal mikroskopisch klein werden; so ist z. B. dichter Kalkstein nicht amorph, sondern feinkörnig, denn er besteht aus lauter kleinen Körnchen von Kalkspat, die dieselben Eigenschaften wie Kalkspat besitzen; auch gibt es alle Übergänge von feinkörnigem zu grobkörnigem Kalkstein, in dem die einzelnen Körner mit bloßem Auge zu unterscheiden sind.

II. Die physikalischen Eigenschaften der Mineralien.

Härte. Unter Härte versteht man den Widerstand, den ein Körper dem Ritzen entgegensetzt. Von zwei Körpern ist der der härtere, der den andern ritzt. Versucht man mit einem harten Gegenstand, z. B. einem Messer, verschiedene Mineralien zu ritzen, so wird man finden, daß die Spitze in manche leicht, in andere schwer und in wieder andere gar nicht eindringt, daß also die Mineralien verschieden hart sind. Um den Grad der Härte ungefähr angeben zu können, hat man folgende Reihe von Mineralien — die Härteskala — zusammengestellt, von denen das folgende immer härter ist als das vorhergehende: 1. Talk, 2. Gips, 3. Kalkspat, 4. Flußspat, 5. Apatit, 6. Feldspat, 7. Quarz, 8. Topas, 9. Korund, 10 Diamant.

Hiermit kann man die Härte eines Minerals leicht bestimmen: gleichharte Mineralien ritzen sich gegenseitig nicht oder nur wenig, ein härteres ritzt immer das weichere. Ein

Mineral hat entweder dieselbe Härte wie ein Glied der Skala (z. B. Granat H = 7), oder es ist weicher als das eine und härter als das andere (z. B. Steinsalz H = $2^1/_2$). Mineralien bis Härte 2 werden vom Fingernagel leicht geritzt und fühlen sich fettig an (besonders 1); statt Apatit kann man Fensterglas nehmen, das auch Härte 5 hat. Mineralien, deren Härte unter 6 ist, werden vom Messer geritzt, härtere geben am Stahl Feuer. Härte 8—10 ist Edelsteinhärte.

Ein jeder, der Mineralien bestimmen will, sollte eine Härteskala sich anlegen; Diamant und Korund sind entbehrlich, die andern Glieder sind alle leicht zu beschaffen.

Spaltbarkeit. Viele Mineralien lassen sich nach einer oder mehreren Richtungen leichter trennen als nach andern; man nennt diese Eigenschaft Spaltbarkeit, die Trennungsfläche, die immer einer möglichen Kristallfläche parallel geht, Spaltfläche, ein nur von Spaltflächen begrenztes Stück Spaltungsstück. Die Spaltflächen können mit sehr verschiedener Leichtigkeit hervorgerufen werden und gehen bald nur einer, bald mehreren Richtungen parallel. Vollkommene Spaltbarkeit nach nur einer Richtung besitzt Glimmer; die dünnsten Blättchen lassen sich davon abspalten. Steinsalz und Kalkspat spalten sich so deutlich nach drei Richtungen, daß sie beim Zerschlagen immer in Spaltungsstücke zerspringen, Steinsalz in kleine Würfelchen, Kalkspat in Rhomboeder. Auch Flußspat und Zinkblende besitzen noch ziemlich deutliche Spaltbarkeit, jener nach den vier Richtungen des Oktaeders, diese nach den sechs Richtungen des Rhombendodekaeders. Ungleiche Spaltbarkeit nach verschiedenen Richtungen beobachtet man an Gips; nach einer Richtung besitzt er vollkommene Spaltbarkeit, nach zwei andern Richtungen weniger vollkommene, und die eine von diesen Spaltflächen ist faserig, die andere ist mit kleinen flachmuschligen Vertiefungen bedeckt. Andere Mineralien

haben weniger deutliche Spaltbarkeit; manche, wie Quarz, lassen überhaupt kaum Spuren erkennen. Die Spaltbarkeit beobachtet man am besten an Bruchstellen; an ganzen Kristallen ist sie manchmal durch Risse angedeutet.

Das Vorhandensein oder Fehlen von Spaltbarkeit ist immer wichtig zur Bestimmung von Mineralien.

Bruch. Beim Zerschlagen von Mineralien, besonders von schwer oder nicht spaltbaren, entstehen oft unregelmäßige Bruchflächen, deren Beschaffenheit charakteristisch ist und je nach dem Aussehen als muschliger, unebener, ebener, splittriger, hakiger, erdiger Bruch bezeichnet wird. Beispiele dafür sind (in derselben Reihenfolge): Feuerstein, Schwefelkies, Jaspis, Hornstein, Silber, Kreide.

Tenazität. Die Mineralien zeigen bei dem Versuch, sie zu zerschlagen, zu ritzen, zu schneiden oder zu biegen, ein verschiedenartiges Verhalten, das man ihre Tenazität zu nennen pflegt. Spröd nennt man Mineralien, wenn das beim Ritzen entstehende Pulver fortspringt; sie lassen sich leicht pulverisieren (Diamant, Quarz); mild, wenn das Pulver längs des Ritzes liegen bleibt (Speckstein); geschmeidig, wenn beim Ritzen sich kein Pulver bildet; dehnbar oder duktil, wenn sie sich zu dünnen Blättchen aushämmern lassen; dehnbare Körper können nicht pulverisiert werden (Gold, Silber). Gemein biegsam heißen biegsame Mineralien, deren Blättchen, einmal umgebogen, gebogen bleiben (Chlorit); elastisch biegsam die, deren umgebogene Blättchen nach Aufhören des Druckes in ihre frühere Lage zurückschnellen (Glimmer).

Der **Glanz** der Mineralien ist der Art und dem Grad nach verschieden; zur Bezeichnung der Art des Glanzes vergleicht man ihn mit dem Glanz bekannter Körper: Metallglanz ist verbunden mit Undurchsichtigkeit (Bleiglanz, Schwefelkies); die durchsichtigen oder durchscheinenden haben

Glasglanz (Bergkristall), Diamantglanz (Diamant), Perlmutterglanz (Glimmer), Seidenglanz (faseriger Gips), Fettglanz (Eläolith). Dem Grade nach wird wohl unterschieden: stark glänzend, glänzend, schimmernd, matt.

Die **Durchsichtigkeit** ist in allen Graden vertreten: Vollkommen durchsichtig ist z. B. Bergkristall, Diamant; andere sind trüb durchsichtig (Schwerspat), durchscheinend oder nur kantendurchscheinend, d. h. in dünnen Splittern durchscheinend (Feuerstein), viele andere sind undurchsichtig (Bleiglanz). Manche durchsichtige Mineralien lassen beim Hindurchblicken gegen einen benachbarten Gegenstand (z. B. eine feine Nadelspitze, einen Strich, die Schrift) diesen doppelt erscheinen; am besten zeigt dies klarer Kalkspat, der sogenannte Doppelspat. Man nennt die Erscheinung Doppelbrechung, in Gegensatz zur einfachen Brechung, die das Licht in andern Körpern, z. B. in Glas oder Steinsalz, erfährt. Alle Kristalle mit Ausnahme der regulären besitzen die Eigenschaft, das Licht doppelt zu brechen, man kann es aber ohne besondere Instrumente, sogenannte Polarisationsapparate, in der Regel nicht wahrnehmen. Wir können daher auf diese Eigenschaft, so wichtig sie auch ist, nicht näher eingehen*).

Die Farben, welche die Mineralien bei Tageslicht zeigen, sind entweder ihrer Substanz eigentümlich oder nicht; im ersten Fall nennt man die Mineralien eigenfarbig oder farbig, im andern Fall fremdfarbig oder gefärbt. Für die farbigen Mineralien ist die Farbe eine wesentliche Eigenschaft: sie sind weiß (Silber), grau Bleiglanz), schwarz (Magneteisen), gelb (Schwefel, Schwefelkies), rot (Kupfer), grün (Malachit), blau (Kupferlasur). Oft sind die farbigen Mineralien noch durch die Verschiedenheit derselben Grundfarbe zu unter-

*) Das Verhalten der Kristalle gegen das Licht und damit ihre Doppelbrechung wird ausführlicher in dem Bändchen „Kristallographie“ dieser Sammlung S. 107—136 behandelt.

scheiden, z. B. Schwefelkies (gelb ins Graue, „speißgelb") und Kupferkies (gelb ins Grüne, „messinggelb").

Für die gefärbten Mineralien ist die Farbe meist unwesentlich, was man besonders daran sieht, daß dasselbe Mineral, z. B. Flußspat, in allen Farben vorkommt, oder daß an demselben Kristall, wie z. B. bei Turmalin, die Farbe wechselt, etwa das eine Ende rot, das andere grün ist. Die Färbung bei diesen wird durch Einschlüsse oder geringe, oft kaum nachweisbare Beimengung hervorgerufen; ihre Substanz in reinem Zustand ist ungefärbt, farblos.

Strich. Wird mit einem farbigen Mineral über eine rauhe Fläche, am besten über rauhes weißes Porzellan (sog. Biskuit), unter nicht zu gelindem Druck hingestrichen, so hinterläßt es einen farbigen Strich, dessen Farbe häufig zur Bestimmung der Mineralien dient; meist ist die Farbe des Strichs heller als die des Minerals, manchmal überhaupt anders; so gibt schwarzer Eisenglanz roten, gelber Schwefelkies schwarzen Strich; die gefärbten Mineralien geben fast alle weißen Strich.

Dichroismus. Manche durchsichtige Kristalle erscheinen nach verschiedenen Richtungen verschieden gefärbt; man nennt diese Erscheinung Dichroimus (Zweifarbigkeit), obwohl man öfters mehr als zwei Farben wahrnimmt. Wenn man z. B. durch braunen Turmalin senkrecht zu seinen Prismenflächen hindurchsieht, erscheint er braun, sieht man aber parallel mit ihnen, so erscheint er schwarz und undurchsichtig; das Mineral Cordierit erscheint in einer gewissen Richtung dunkelblau, in einer andern hellblau, in einer dritten gelb; wegen des deutlichen Dichroismus heißt es auch Dichroit. Die Erscheinung zeigen viele gefärbte doppelbrechende Kristalle, sie ist in der Regel aber nur mit Hilfe eines besonderen Instrumentes, der dichroskopischen

Lupe, wahrzunehmen. Reguläre Kristalle und amorphe Mineralien zeigen die Erscheinung nie.

Fluoreszenz. Nicht zu verwechseln damit ist die Fluoreszenz; die Farbe eines fluoreszierenden Körpers erscheint anders, wenn man durch ihn hindurchsieht (also im durchfallenden Licht), als wenn man auf ihn hinsieht (in dem aus seinem Innern zurückgeworfenen Licht). An Flußspat, Bernstein, Petroleum kann man diese Erscheinung manchmal beobachten.

Spezifisches Gewicht. Zur Bestimmung und Charakterisierung der Mineralien wird ihr spezifisches Gewicht mit großem Vorteil verwertet, weil es für ein Mineral immer einen bestimmten Wert hat und verhältnismäßig leicht ermittelt werden kann. Das spezifische Gewicht eines Körpers gibt an, wievielmal dieser schwerer ist als ein gleichgroßes Volumen Wasser. Da man einem Kristall nicht jedes beliebige Volumen geben kann, muß man sein Volumen bestimmen. Diese Bestimmung gründet sich darauf, daß ein Körper in Wasser getaucht ein seinem Volumen gleiches Volumen Wasser verdrängt, oder daß er in Wasser getaucht so viel an Gewicht verliert, als das Volumen Wasser, welches er verdrängt, wiegt. Hiernach hat man 2 Methoden, das spezifische Gewicht eines Körpers zu bestimmen: entweder mißt oder wiegt man das Volumen des verdrängten Wassers (hierzu gehört ein Pyknometer und eine Wage), oder man ermittelt den Gewichtsverlust, den der Kristall im Wasser erleidet, hierzu dient die hydrostatische Wage*). Hieraus und

*) Hat man keine feine Wage zur Verfügung, so kann man eine leichte Wage mit Hornschalen, wie sie die Apotheker haben, ganz gut zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes von Mineralien benutzen, indem man an die eine Schale das Mineral mit einem langen Frauenhaar aufhängt und es erst in Luft, dann in Wasser eingetaucht wiegt.

aus dem absoluten Gewicht des Körpers findet man sein spezifisches Gewicht, indem man das absolute Gewicht durch den Gewichtsverlust dividiert.

Wiegt z. B. ein Stück Bergkristall in Luft 3,84 gr, in Wasser 2,39 gr, so beträgt der Gewichtsverlust 1,45 gr und das spezifische Gewicht ist $\frac{3,84}{1,45} = 2,65$.

Indirekt kann das spezifische Gewicht vieler Mineralien mit Hilfe von schweren Flüssigkeiten bestimmt werden; es ist hierzu notwendig, daß das spezifische Gewicht des Minerals geringer ist als das der Flüssigkeit. Die Flüssigkeit wird durch Zusatz einer leichteren so weit verdünnt, daß das Mineral gerade schwebt; Flüssigkeit und Mineral haben alsdann genau das gleiche spezifische Gewicht. Mit Hülfe einer Westphalschen Wage kann das spezifische Gewicht der Flüssigkeit leicht bestimmt werden und damit ist auch das des Minerals bekannt. Als Flüssigkeit benutzt man Methylenjodid, dessen spezifisches Gewicht 3,3 beträgt und das mit Benzol verdünnt wird, oder Bromoform, das ein spezifisches Gewicht von 2,9 besitzt und mit Alkohol verdünnt werden kann. Auf diese Weise kann das spezifische Gewicht von kleinen Mineralsplittern schnell und genau ermittelt, auch können Mineralien von verschiedenem spezifischen Gewicht durch solche Flüssigkeiten getrennt werden.

Das spezifische Gewicht (abgekürzt G.) der nichtmetallischen Mineralien liegt zwischen 2 und 5, bei den meisten unter 3, das der meisten metallischen zwischen 4 und 8, das der gediegenen Metalle zwischen 8 und 23. Einschlüsse und beginnende Verwitterung ändern den Wert des spezifischen Gewichts. So ist für klaren Quarz (Bergkristall) G. = 2,65, für trüben, oft Einschlüsse enthaltenden Quarz G. = 2,5 bis 2,8.

III. Die chemischen Eigenschaften der Mineralien.

Die Substanz der Mineralien wird von den chemischen Elementen gebildet; sie besteht entweder nur aus einem einzigen Element, man sagt dann, das Element komme im gediegenen Zustand vor — oder sie besteht aus mehreren Elementen, die nach den Gesetzen, welche die Chemie uns lehrt, zu chemischen Verbindungen vereinigt sind.

Formel. Diese Gesetze gestatten uns, die Zusammensetzung der Mineralien, wie überhaupt der chemischen Verbindungen, durch eine einfache Formel auszudrücken, die nicht nur angibt, welche Elemente in dem Mineral enthalten sind, sondern auch in welchem Verhältnis sie an der Zusammensetzung teilnehmen. Um eine kurze Formel zu erhalten, schreibt man die Namen der Elemente in der Formel nicht aus, sondern setzt nur den Anfangsbuchstaben ihres gewöhnlichen oder lateinischen Namens (s. folgende Tabelle); zugleich drückt dieses Zeichen noch etwas anderes aus, nämlich das Gewicht, mit dem das kleinste Teilchen (ein Atom) des Elementes in Verbindungen eintritt; dieses Gewicht (das Atomgewicht) ist nicht beliebig, sondern hat für jedes Element einen bestimmten Wert. Am geringsten ist es bei Wasserstoff, und man setzt daher dessen Atomgewicht = 1. Die Atomgewichte der andern Elemente geben an, wievielmal schwerer eins ihrer kleinsten Teilchen (Atomen) ist als ein solches von Wasserstoff. Die Zeichen der wichtigsten Elemente und ihre abgerundeten Atomgewichte sind die folgenden:

		chem. Zeichen	Atom-gewicht			chem. Zeichen	Atom-gewicht
1.	Aluminium	Al	26,9	28.	Natrium	Na	22,9
2.	Antimon	Sb	119,3	29.	Nickel	Ni	58,3
3.	Arsen	As	74,4	30.	Niobium	Nb	93,3
4.	Baryum	Ba	136,4	31.	Palladium	Pd	105,7
5.	Beryllium	Be	9,0	32.	Phosphor	P	30,8
6.	Blei	Pb	205,3	33.	Platin	Pt	193,3
7.	Bor	B	10,9	34.	Quecksilber	Hg	198,5
8.	Brom	Br	79,4	35.	Sauerstoff	O	15,9
9.	Cäsium	Cs	132	36.	Schwefel	S	31,8
10.	Cadmium	Cd	111,6	37.	Selen	Se	78,6
11.	Calcium	Ca	39,8	38.	Silber	Ag	107,1
12.	Cer	Ce	139	39.	Silicium	Si	28,2
13.	Chlor	Cl	35,2	40.	Stickstoff	N	13,9
14.	Chrom	Cr	51,7	41.	Strontium	Sr	86,9
15.	Eisen	Fe	55,5	42.	Tantal	Ta	181,6
16.	Fluor	Fl	19	43.	Tellur	Te	126,6
17.	Gold	Au	195,7	44.	Thallium	Tl	202,6
18.	Iridium	Ir	191,5	45.	Titan	Ti	47,7
19.	Jod	J	125,9	46.	Uran	U	236,7
20.	Kalium	K	38,8	47.	Vanadin	Vd	50,8
21.	Kobalt	Co	58,6	48.	Wasserstoff	H	1
22.	Kohlenstoff	C	12	49.	Wismut	Bi	206,9
23.	Kupfer	Cu	63,1	50.	Wolfram	W	182,6
24.	Lithium	Li	7	51.	Yttrium	Y	88,3
25.	Magnesium	Mg	24,2	52.	Zink	Zn	64,9
26.	Mangan	Mn	54,6	53.	Zinn	Sn	118,1
27.	Molybdän	Mo	95,3	54.	Zirkonium	Zr	89,9

Durch diese Zeichen wird in der angedeuteten Weise die Zusammensetzung der Verbindungen ausgedrückt. So bedeutet die Formel für Steinsalz Na Cl: die Verbindung besteht aus einem Atom Natrium und einem Atom Chlor,

und 22,9 Gewichtsteile Natrium sind mit 35,2 Gewichtsteilen Chlor verbunden. Die Formel $Ca\,Fl_2$ drückt aus: die Verbindung (Flußspat) besteht aus einem Atom Calcium und zwei Atomen Fluor, und 39,8 Gewichtsteile Calcium sind mit $2 \times 19 = 38$ Gewichtsteilen Fluor verbunden. Die Verbindung $CaCO_3$ bedeutet: die Verbindung (Kalkspat) besteht aus einem Atom Calcium, einem Atom Kohlenstoff und drei Atomen Sauerstoff, und 39,8 Gewichtsteile Calcium sind mit 12 Gewichtsteilen Kohlenstoff und $3 \times 15{,}9 = 47{,}7$ Gewichtsteilen Sauerstoff verbunden.

Um die Formel für eine Verbindung aufstellen zu können, hat man zu bestimmen, welche Gewichtsmenge von jedem einzelnen Element in einer bestimmten Gewichtsmenge (in 100 Gewichtsteilen) der Verbindung enthalten ist. Diese Zahlen dividiert durch die Atomgewichte der Elemente geben an, in welchem Verhältnis die Atome der einzelnen Elemente in der Verbindung vereinigt sind; die Aneinanderreihung der einfachsten Verhältniszahlen und der Zeichen für die Elemente stellt die Formel dar.

Bestimmung der Bestandteile. Die chemische Zusammensetzung eines Minerals wird durch Analyse ermittelt, und zwar werden durch die qualitative Analyse die Elemente bestimmt, die im Mineral vorhanden sind, während durch die quantitative Analyse das Mengenverhältnis dieser Elemente festgestellt wird. Mit den Bestimmungsmethoden macht uns die analytische Chemie bekannt, wir können hier nicht darauf eingehen. Diese Methoden müssen immer dann zur Anwendung kommen, wenn die Zusammensetzung eines bis dahin unbekannten Minerals ermittelt werden soll. Soll dagegen ein Mineral bestimmt werden, das einer schon bekannten Art angehört, so ist es nur selten nötig, es einer qualitativen und quantitativen Analyse zu unterwerfen. Die meisten Mineralien lassen sich nach ihren äußeren Eigen-

schaften, wie Härte, Farbe, Glanz, Strich, Spaltbarkeit, so weit bestimmen, daß nur noch zwischen wenigen ähnlich aussehenden die Wahl bleibt; die Entscheidung geben alsdann einige einfache Versuche. Man versucht, ob das Mineral in Wasser löslich ist, ob es von Säuren zersetzt wird, ob es hierbei Gas entwickelt und aufbraust, ob dünne Splitter sich schmelzen lassen, ob sie leicht oder schwer schmelzen, ob ein Körnchen, das in einem unten zugeschmolzenen Glasröhrchen erhitzt wird, Wasser verliert, oder ob es hierbei seine Farbe verändert usw. Viele andere einfache Versuche lassen sich mit Hilfe eines Lötrohres anstellen.

Das Lötrohr besteht in seiner einfachsten Gestalt aus einer Röhre von Messing, die an dem einen Ende mit einer weiten Öffnung, an dem andern Ende mit einer sehr feinen Spitze versehen und nahe dem spitzen Ende in rechtem Winkel umgebogen ist. Es wird gebraucht, um die Temperatur der Flamme (einer dicken Stearinkerze, kleinen Öllampe oder Gasflamme) zu erhöhen und die Flamme auf die Probe hinzulenken. Zu diesem Zweck nimmt man das dickere Ende in den Mund und bläst durch das Rohr hindurch Luft in die Flamme. Hält man die Spitze des Rohres in die Flamme, so wird mit der Luft viel Sauerstoff zugeblasen und die Probe hierdurch oxydiert (Oxydationsflamme); hält man die Spitze gerade vor die Flamme, so entziehen die glühenden Kohleteilchen der Probe Stoffe und die Probe wird reduziert (Reduktionsflamme).

Untersuchung auf Kohle. Von dem Mineral wird ein Splitter abgesprengt, und dieser entweder für sich allein oder, zerkleinert, mit getrockneter und gepulverter Soda gemengt, auf Holzkohle geschmolzen. Damit nichts fortfliegt, macht man in der Kohle eine kleine Vertiefung und bringt die Substanz mit Soda dahinein.

Durch Erhitzen für sich allein oder Schmelzen mit Soda sind viele Stoffe zu erkennen:

1) an dem Rauch, den sie entwickeln;

Arsen (Arsenkies) gibt einen Rauch, der starken knoblauchartigen Geruch hat. Antimon (Antimonglanz) gibt starken, weißen Rauch, Schwefel (Schwefelkies) stechend riechenden Dampf.

2) an dem Beschlag, den sie auf der Kohle rings um die Probe bilden;

Der Beschlag von Antimon ist weiß, dick; von Arsen, weiß, dünn; von Blei (Bleiglanz) gelb; von Wismut dunkelgelb; von Zink (Zinkspat) in der Hitze gelb, erkaltet weiß.

3) an dem Metallkorn, das nach dem Schmelzen mit Soda auf oder in der Kohle zurückbleibt.

Silbererze (Silberglanz) geben weißes, Bleierze (Bleiglanz) graues, Kupfererze (Kupferglanz) rotes, geschmeidiges Metallkorn. Das Metallkorn von Eisenerzen wird vom Magneten angezogen.

4) Der Schwefel geht aus den Erzen und schwefelsauren Salzen in die Sodaschmelze. Legt man diese auf eine Silbermünze und befeuchtet mit einem Tropfen Wasser, so bildet sich auf der Münze ein schwarzer Fleck von Schwefelsilber, wenn das Mineral Schwefel enthielt. Man nennt diese Reaktion die Heparreaktion.

Untersuchung in der Boraxperle. Viele Metalle werden an der Färbung erkannt, die sie der Boraxperle erteilen, wenn sie damit zusammengeschmolzen werden. In das Öhr eines dünnen Platindrahtes bringt man Boraxpulver, schmilzt dieses an einer nicht leuchtenden Spiritus- oder Gas-Flamme zu einer klaren Perle und schmilzt dann mit dieser Perle das Mineralpulver zusammen.

Die Perle wird gelb durch Eisen (Brauneisenstein), grün durch Chrom (Chromeisenstein), blau durch Kobalt (Speiskobalt), violett durch Mangan (Braunstein).

Flammenfärbung. Viele andere Stoffe können an der Flammenfärbung erkannt werden, die auftritt, wenn das Mineral, mit Salzsäure befeuchtet, an einem dünnen Platindraht in einer nicht leuchtenden Flamme einer Spiritus- oder Gaslampe geglüht wird.

Es färben die Flamme: gelb Natrium (Kochsalz), violett Kalium (Sylvin), gelbrot Calcium (Kalkspat), purpurrot Strontium (Strontianit), karminrot Lithium (Lithionglimmer), gelbgrün Baryum (Witherit), grün Kupferoxyd (Malachit ohne Salzsäure), blau Kupferchlorid (Atakamit).

Verhalten gegen Salzsäure. Viele Mineralien können an ihrem Verhalten gegen Salzsäure erkannt werden, wenn man sie fein gepulvert in einem Glasröhrchen mit Salzsäure übergießt und ein wenig erwärmt. Manche lösen sich vollständig auf (Brauneisenstein), andere hinterlassen einen Rückstand, so besonders die kieselsauren Salze, bei deren Zersetzung sich die Kieselsäure oft gallertartig abscheidet (Nephelin, Natrolith). Sehr viele andere Mineralien lösen sich in Salzsäure unter Entwicklung eines Gases und deshalb unter Aufbrausen auf; so entweicht aus kohlensauren Salzen (Kalkspat) geruchlose Kohlensäure, aus Schwefelmetallen (Antimonglanz, Magnetkies) übelriechender Schwefelwasserstoff, aus Salzsäure und Manganerzen (Pyrolusit) stechend riechendes, grünliches Chlorgas.

Dimorphismus. Bisweilen findet man, daß dieselbe chemische Verbindung oder auch dasselbe Element in verschiedener Form und mit verschiedenen physikalischen Eigenschaften kristallisiert; man nennt diese Erscheinung Dimorphismus oder Dimorphie, eine solche Substanz dimorph. Das bekannteste Beispiel ist wohl der kohlensaure Kalk ($CaCO_3$), der hexagonal-rhomboedrisch kristallisiert und dann Kalkspat heißt, der aber auch rhombisch kristallisiert und dann Aragonit genannt wird; während Kalkspat sehr

leicht nach den Rhomboederflächen spaltet, besitzt Aragonit keine deutliche Spaltbarkeit. Kohlenstoff ist regulär, durchsichtig, hart als Diamant, monoklin, undurchsichtig, weich als Graphit. Hier sieht man besonders deutlich, daß die Verschiedenheit sich nicht allein auf die Form, sondern auch auf die physikalischen Eigenschaften erstreckt. Bisweilen kann eine Substanz nicht nur in zwei, sondern in mehreren verschiedenen Formen (die man auch als ihre verschiedenen Modifikationen bezeichnet) vorkommen, die Erscheinung wird dann wohl auch Polymorphie genannt.

Kommen die verschiedenen Modifikationen einer dimorphen Substanz in der Natur als Mineralien vor, so bekommt jede einen besonderen Namen, z. B. Kohlenstoff C regulär: Diamant, monoklin: Graphit. Schwefeleisen FeS_2 regulär: Schwefelkies, rhombisch: Markasit. Kohlensaurer Kalk $CaCO_3$ hexagonal: Kalkspat, rhombisch: Aragonit. Titansäure TiO_2 2 quadratische Modifikationen: Rutil und Anatas, eine rhombische: Brookit.

Kommt aber nur eine Modifikation in der Natur vor, und ist die andere nur künstlich darzustellen, so pflegt man sie nicht durch besonderen Namen zu unterscheiden. Der natürliche Schwefel ist z. B. rhombisch, der aus Schmelzfluß erstarrte monoklin; in der Natur findet sich nur rhombischer Schwefel, und alle Modifikationen heißen Schwefel.

Unter **Isomorphismus** dagegen versteht man die Erscheinung, daß verschiedene Mineralien eine analoge chemische Zusammensetzung und zugleich ähnliche Kristallform besitzen. Z. B. sind Magnesit $MgCO_3$ und Eisenspat $FeCO_3$ isomorph, da sie analoge Zusammensetzung haben und beide in ähnlichen Rhomboedern kristallisieren. Isomorphe Substanzen besitzen die weitere Eigentümlichkeit, daß sie gleichzeitig an der Zusammensetzung eines Kristalles teilnehmen können, so daß die eine Substanz eine entsprechende Menge der

andern vertritt; in Eisenspat z. B. wird ein Teil des Eisens oft durch Magnesium vertreten; derartige isomorphe Mischungen sind unter den Mineralien außerordentlich häufig. Seltener findet man in der Natur isomorphe Fortwachsungen, die dadurch entstehen, daß eine Substanz über den Kristallen einer andern mit ihr isomorphen Substanz weiter wächst; künstlich kann man sie mit Alaun erzielen, indem man z. B. farblosen Kalialaun über violetten Chromalaun kristallisieren läßt. Die Mineralien, die mit einander isomorph sind, bilden eine isomorphe Reihe; enthalten zwei solcher Reihen ein Mineral, dessen Substanz dimorph ist, so nennt man sie isodimorphe Reihen (vergl. die Bemerkungen zur Kalkspat- und Aragonitgruppe S. 105).

Entstehung der Mineralien. Die Mineralien, die wir gern für ewig und unveränderlich halten, sind vergänglich wie Tier und Pflanze, sie sind einstmals entstanden und gewachsen, altern später, verwittern und vergehen, und aus ihrer Substanz gehen neue Generationen, neue Mineralien hervor. Die Mineralien bilden sich auf verschiedenem Weg, den wir nur selten ganz verfolgen können. Viele sind aus einem Schmelzfluß fest geworden, einige aus Dämpfen niedergeschlagen, die meisten sind aus wäßrigen Lösungen abgesetzt. In den Lavaströmen, die in glühendflüssigem Zustand aus den Vulkanen hervorbrechen, bilden sich vielerlei Mineralien (Feldspat, Leuzit, Augit, Olivin, Magneteisen u. a.), die Dämpfe, welche bei vulkanischen Ausbrüchen der Tiefe entströmen, scheiden an der Oberfläche feste Produkte ab (Schwefel, Steinsalz, Eisenglanz), und das überall auf der Erde verbreitete Wasser vermag Substanzen zu lösen und an andern Orten wieder abzusetzen. Die größte Lösung auf der Erde ist das Meer, das namentlich Chlornatrium, aber auch viele andere Bestandteile gelöst enthält; aus ihm haben sich die mächtigen Lager von Steinsalz

mit den Abraumsalzen, Anhydrit, Gips und Kalkstein abgeschieden. Aber auch in der festen Erdkruste bewegt sich auf Spalten und Klüften das Wasser, das als Regen die Oberfläche benetzte und in die Tiefe gedrungen ist. Hier kann es sich mit den vielen verschiedenen Stoffen beladen, die wir in den Quellen, dem Bitterwasser, dem Schwefel- und Eisenwasser und andern antreffen. Die Stoffe werden an andern Orten wieder abgesetzt, indem entweder das Wasser, das sie gelöst enthielt, verdunstet, so sind z. B. die Gipskristalle in den Gipshöhlen entstanden, oder indem in den vielverzweigten Klüften Gewässer mit verschiedenartigen Bestandteilen zusammentreffen, aus denen neue schwer lösliche Verbindungen sich bilden. So kann unlöslicher Schwerspat ($BaSO_4$) sich bilden, wenn ein Wasser, das etwa kohlensaures Baryum oder Chlorbaryum enthält, mit einem andern, das Gips, also schwefelsaures Calcium, gelöst mit sich führt, in den Klüften zusammentrifft; die verschiedenartigen Bestandteile vereinigen sich so, daß aus ihnen die am schwersten lösliche Verbindung entsteht, in unserem Beispiel ist dies das schwefelsaure Baryum, der Schwerspat.

Verwitterung. Das Wasser, welches als Regen auf die Erde fällt, nimmt aus der Luft und dem Erdboden Sauerstoff, Kohlensäure und andere Bestandteile auf, sickert mit diesen beladen in die Tiefe und kommt hier mit den Mineralien in Berührung. Während nun reines Wasser auf die meisten Mineralien keine besondere Wirkung ausübt, besitzt ein derartiges Wasser ganz andere Kräfte, es vermag im Laufe der Zeit auch die widerstandsfähigsten Mineralien zu lösen und zu zerstören und führt mit Sicherheit deren Verwitterung herbei. Sie verlieren ihren Glanz und oft ihre Farben, werden matt, rauh, zerreiblich und zerfallen schließlich zu Grus, wenn sie nicht vollständig vom Wasser gelöst und fortgeführt werden. Das Wasser nimmt aus den

verwitterten Mineralien weitere Bestandteile auf, es trifft auf seinem Wege in der Erde mit Wasser, das von andern Mineralien andere Bestandteile aufgenommen hat, zusammen, und die gelösten Stoffe vereinigen sich zu neuen Körpern, zu frischen Mineralien, die ihrerseits wiederum der Verwitterung anheimfallen. So herrscht im Innern der Erde ein ununterbrochenes Werden und Vergehen der unorganischen Mineralien, vergleichbar dem Werden und Vergehen der organischen Geschöpfe auf der Erde. Und diese selbst können nur dadurch leben, daß Mineralien zerstört werden; aus den Lösungen, die bei der Verwitterung entstehen, nehmen die Pflanzen ihre Nahrung auf und von den Pflanzen nähren sich die Tiere. So kann man sagen, daß ohne die Verwitterung der Mineralien kein Leben auf der Erde möglich sei.

Pseudomorphosen. Geht die Verwitterung von Kristallen sehr langsam vor sich und wird die fortgeführte Substanz sogleich durch neu sich bildende ersetzt, so kann es vorkommen, daß die Form des ursprünglichen Minerals erhalten bleibt, während eine fremde Substanz sie jetzt ausfüllt. Solche Gebilde nennt man Pseudomorphosen; die Substanz, die die Form ausfüllt, würde für sich in einer ganz andern Form kristallisieren, sie hat ihre jetzige Form von der früheren Substanz übernommen, nachdem sie diese allmählich verdrängt hat. Wie der Einsiedlerkrebs das Muschelgehäuse nicht gebaut hat, in dem er jetzt wohnt, so hat auch die Substanz der Pseudomorphosen die Form, die sie jetzt ausfüllt, nicht geschaffen. Wir können aber aus der Form die ursprüngliche Substanz wieder erkennen und aus dem, was die Pseudomorphosen früher waren und was sie jetzt sind, zu ermitteln versuchen, wie sie es geworden sind. So bilden die Pseudomorphosen eine Schrift, die uns die Vorgänge, die tief im Schoß der Erde sich abgespielt haben, erklären kann, sobald wir sie richtig zu lesen und auszulegen verstehen.

Systematik. Die Mineralien ordnen wir nach ihrer chemischen Zusammensetzung; solche, die eine Säure enthalten (die Salze sind), werden nach dieser geordnet, nicht nach dem Metalle, das mit der Säure verbunden ist. Die Mineralien, welche hiernach zusammengehören, werden in eine Klasse zusammengefaßt und innerhalb dieser nach ihrer engeren Verwandtschaft in Gruppen geordnet. Eine allgemeine Übersicht findet man im Inhaltsverzeichnis.

I. Klasse. Elemente.

A. Reguläre, geschmeidige Metalle.

Gold bildet kleine reguläre Kristalle, unter denen man Würfel, Oktaeder und Rhombendodekaeder am häufigsten beobachtet; öfters noch bildet es blech- oder drahtförmige Gestalten oder unregelmäßige Körner und Blättchen. Seine Farbe ist gelb und um so lichter, je mehr Silber es enthält; ganz silberfreies Gold kommt kaum vor; silberreiches, lichtes Gold heißt auch Elektrum. Immer ist das Gold frisch und glänzend. Im Gegensatz zu andern gelben, metallglänzenden Mineralien (z. B. Schwefelkies) ist Gold weich (H. = $2^1/_2$ bis 3), sehr geschmeidig und schwer (G. = 16 bis 19) und hat hakigen Bruch. Gegen Säuren ist es sehr widerstandsfähig, indem es nur von Königswasser, einem Gemisch von Salpetersäure und Salzsäure, gelöst wird.

Das Gold kommt auf seiner ursprünglichen Lagerstätte als Berggold besonders in Quarz eingewachsen vor, seltener in vulkanischen Gesteinen. Die Gesteine verwittern, zerfallen zu Grus, der durch den Regen in die Bäche und Flüsse geschwemmt und in ihnen weiter getrieben wird; der Grus wird hierdurch weiter zerrieben, und das schwere Gold fällt zu Boden. So findet es sich jetzt in Form von Körnern

und Blättchen in dem Geschiebe vieler Flüsse (Rhein, Eder) oder in ausgedehnten Geröllablagerungen, die man als Goldseifen bezeichnet; aus ihnen wird es durch Schwemmen und Waschen (Seifengold, Waschgold) gewonnen, wobei es wegen seiner Schwere zurückbleibt. Das meiste Gold ist aus Seifen gewonnen worden. Es kommt hier manchmal in großen Klumpen vor, die in seltenen Fällen sogar über einen Zentner schwer sind.

Die goldergiebigsten Länder sind Kalifornien (seit 1848), Australien (seit 1850) und Südafrika (seit 1884); auch das asiatische Rußland, Kanada, Mexiko, Ungarn und Siebenbürgen liefern Gold in erheblicher Menge. Zu diesen Goldländern ist in neuester Zeit das Gebiet des Klondike in Alaska hinzugekommen, dessen Seifen zu den reichsten gehören, die je bekannt geworden sind.

Die Benutzung des Goldes zu Münzen und Schmucksachen ist bekannt; diese Gegenstände werden indessen nicht aus reinem Gold verfertigt, sondern aus einer Legierung von Gold und Kupfer, weil reines Gold zu weich ist. Unsere Goldmünzen enthalten in 1000 Teilen 900 Teile Gold und 100 Teile Kupfer; der Feingehalt von Goldschmuck wird durch eine eingeprägte Zahl angegeben. Sehr viel Gold wird zum Vergolden, zum Malen von Porzellan und in der Photographie verbraucht.

Silber bildet Formen wie das Gold, ist besonders häufig draht-, baum- und moosförmig. Seine Farbe, ursprünglich weiß, ist in der Regel gelblich oder bräunlich, weil es an der Oberfläche durch Bildung von Schwefelsilber leicht anläuft. Silber ist ungefähr ebenso hart wie Gold, nicht ebenso dehnbar und leichter (G. = 10 bis 11) und wird von allen stärkeren Säuren gelöst. Der Bruch ist hakig. Es findet sich besonders auf Erzgängen in Deutschland am Harz, im Erzgebirge; bei Kongsberg in Norwegen; in Mexiko,

in Nevada und Kolorado und vielen andern Ländern. Im Gegensatz zu Gold ist Silber wesentlicher Bestandteil von vielen Mineralien und wird auch aus diesen — den Silbererzen (Rotgültigerz, Silberglanz, u. a.) — in großen Mengen gewonnen; auch Bleiglanz ist durch einen geringen Silbergehalt ein wichtiges Silbererz. Benutzung wie Gold.

Kupfer kristallisiert ebenso wie Gold und Silber, ist besonders häufig ästig. Die Farbe ist kupferrot, wenn das Mineral frisch ist, sonst leicht durch Anlauffarben verdeckt. Härte und Dehnbarkeit ungefähr wie bei Silber, spez. Gewicht geringer, nämlich = 8,5 bis 9. Bruch hakig. Es verwittert leicht zu Rotkupfererz und Malachit. Kupfer findet sich besonders reich im Ural, am oberen See in Nordamerika (hier in einem Melaphyr-Mandelstein), in Chile, Peru, Australien, Südafrika. In Deutschland ist es bei Rheinbreitenbach am Rhein und bei Reichenbach im Odenwald früher gefunden worden, sonst ist es selten. Das in Deutschland gewonnene Kupfer stammt aus Kupfererzen, besonders Kupferkies und dem verschiedene Kupfererze führenden Kupferschiefer, auf den besonders bei Mansfeld in der Provinz Sachsen seit alten Zeiten Bergbau getrieben wird. Kupfer wird zu Münzen und Gerätschaften, als Draht zu elektrischen Leitungen, zu vielen Legierungen, namentlich Messing, einer Legierung von Kupfer mit Zink, und Bronze, einer Legierung von Kupfer und Zinn, benutzt.

Platin kommt in Blättchen und Körnern, sehr selten in regulären Kristallen vor, ist metallglänzend, stahlgrau und sehr dehnbar. Härter als Silber (H. = 5) und recht schwer (G. = 17 bis 18); enthält immer Eisen und kleine Mengen von Iridium, Palladium, Osmium und andern seltenen Metallen. Reines Platin ist noch schwerer (G. = 21) als das rohe und läßt sich in der Glühhitze schweißen wie Eisen. Gegen Säuren ist es ebenso widerstandsfähig wie Gold.

Es findet sich wie Gold in Seifen in Brasilien und Kolumbien, auf Borneo, besonders aber im Ural. Wegen seiner Widerstandsfähigkeit gegen chemische Reagentien wird es zu chemischen Gerätschaften verwendet; früher wurden auch russische Münzen aus Platin geprägt. Seinem Werte nach steht es zwischen Gold und Silber, nähert sich aber immer mehr dem von Gold.

Quecksilber ist das einzige bei gewöhnlicher Temperatur flüssige Metall, erst bei — 40° C wird es fest. Es ist zinnweiß, stark metallglänzend und ziemlich schwer (G. = 13,6). Giftig. Es findet sich in Form von kleinen Tröpfchen auf Zinnober bei Idria in Krain, Almaden in Spanien, Moschellandsberg in der bayrischen Pfalz, in Kalifornien usw.; das meiste wird aus Zinnober gewonnen. Mit Silber bildet Quecksilber natürliches Amalgam, ein silberweißes, glänzendes, regulär kristallisierendes Mineral. Quecksilber wird zur Herstellung von Thermometern und Barometern, von Spiegelbelag, reinem Zinnober usw. benutzt. Da sich Quecksilber leicht mit Gold zu Amalgam verbindet, d. h. Gold auflöst, wird es in großen Mengen benutzt, um fein verteiltes Gold von den begleitenden Mineralien zu trennen.

Eisen kommt in gediegenem Zustand fast nur in den aus dem Himmelsraum auf die Erde gefallenen sogen. Meteoriten vor, die entweder zum größten Teil aus Eisen bestehen, Meteoreisen, oder Eisen nur in geringer Menge enthalten, Meteorsteine; das meteorische Eisen ist durch einen Gehalt an Nickel, Kobalt und Phosphor ausgezeichnet. Eingelagerte Lamellen von Phosphornickeleisen treten durch Ätzen mit Salpetersäure hervor, die sogen. Widmannstättenschen Figuren bildend. Man hat Blöcke von Meteoreisen gefunden, die mehrere Zentner, ja sogar über 100 Zentner schwer sind, die allermeisten aber bleiben weit unter einem Zentner.

B. Rhomboedrische, spröde Metalle.

Arsen ist meist feinkörnig oder dicht und in der Regel krummschalig mit nierenförmiger Oberfläche; es wird dann auch Scherbenkobalt genannt, besonders wenn die einzelnen dünnen Schalen sich voneinander abheben lassen. Auf frischem Bruch ist es hell bleigrau und metallglänzend, läuft aber schnell dunkel an und wird matt und schwarz. Giftig, spröde. H. = 3 bis 4, G. = 5.7, ist v. d. L. flüchtig, ohne zu schmelzen; entwickelt dabei Knoblauchgeruch. Findet sich im Harz und im Erzgebirge und wird als Zusatz bei der Schrotfabrikation benutzt. Das meiste Arsenik ($As_2 O_3$) wird aus Arsenkies dargestellt.

Antimon ist körnig, zinnweiß, metallglänzend, spröd. H. = 3, G. = 6,6; ist v. d. L. leicht schmelzbar und flüchtig mit weißem Rauch und weißem Beschlag auf der Kohle. Gediegen Antimon ist selten, das meiste wird aus der Schwefelverbindung, dem Antimonglanz, dargestellt. Es wird hauptsächlich zu Legierungen (Letternmetall) benutzt.

Wismut ist rötlich-silberweiß, metallglänzend, nur wenig spröd. H. = 2 bis 3, G. = 9,8; v. d. L. leicht schmelzbar, gibt dunkelgelben Beschlag auf der Kohle. Kommt in Form von eckigen Körnern und federförmigen Aggregaten in andern Mineralien eingewachsen vor im Erzgebirge, bei Richelsdorf und Bieber in Hessen, in Bolivia usw. Wird u. a. zur Herstellung von leichtflüssigen Legierungen verwendet; eine von diesen, die Woodsche Legierung, enthält 50 % Wismut, 25 % Blei, $12^1/_2$ % Antimon, $12^1/_2$ % Cadmium und schmilzt schon bei 60,5°.

Deutliche Kristalle der drei Mineralien sind sehr selten.

C. Metalloide.

Schwefel, kristallisiert rhombisch, oft in schönen Kristallen, an denen eine Pyramide vorherrscht. Eine häufige Kom-

bination ist in Figur 79 abgebildet: Pyramide mit einer stumpferen Pyramide, der Basis und einem Längsprisma. Die Farbe der Kristalle ist rein gelb, derbe Massen sind durch fremde Beimengungen auch braun; durchsichtig bis undurchsichtig. H. = 2, G. = 2. Spröde, leicht schmelzbar, an der Luft unter Entwicklung stechend riechender Gase (SO_2) mit bläulicher Flamme verbrennbar. In Schwefelkohlenstoff leicht löslich. Findet sich besonders reichlich mit Gips und Cölestin auf Sizilien, wo er in unterirdischen Gruben gewonnen und durch Schmelzen von den mitvorkommenden Mineralien getrennt wird. Kleine derbe Massen, in Gips eingewachsen, finden sich an vielen anderen Orten; geringe Mengen bilden sich an Vulkanen und aus Schwefelquellen; der von Quellen abgesetzte Schwefel ist meist feinpulverig (Mehlschwefel). Schwefel wird zu Zündhölzern, zur Darstellung von Schießpulver und Schwefelsäure, zum Bleichen von Geweben, zum Ausschwefeln und Desinfizieren usw. benutzt.

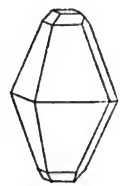


Fig. 79.
Schwefel.

Geschmolzener Schwefel kristallisiert beim Erkalten zuerst monoklin; bald aber werden die anfangs klaren, nadeligen Kristalle trüb, weil der monokline Schwefel in rhombischen übergeht. Der Schwefel ist also dimorph, sogar polymorph, denn er kann nicht nur in zwei, sondern in mehreren verschiedenen Modifikationen kristallisieren.

Diamant ist chemisch reiner Kohlenstoff, kristallisiert regulär, oft in schönen Oktaedern, deren Kanten meist gekerbt sind; öfters noch kristallisiert er mit krummen Flächen als Achtundvierzigflächner (Fig. 10), Pyramidenwürfel oder Würfel; flache, linsenförmig gerundete Kristalle sind Zwillinge nach einer Oktaederfläche. Diamant ist das härteste Mineral und härter als irgend ein anderer Körper, aber trotzdem

leicht zu zerkleinern, da er spröd ist und Spaltbarkeit nach den Flächen des Oktaeders besitzt. Im Altertum hielt man ihn für unzerstörbar und nannte ihn daher den unbezwingbaren. So erzählt Plinius in seiner Naturgeschichte, Diamant sei von unaussprechlicher Härte, auf dem Amboß mit einem Hammer geschlagen stoße er den Schlag so zurück, daß Hammer und Amboß in Stücke zerspringen. Ein Versuch würde uns zeigen, daß er einen solchen Angriff doch nicht aushalten kann, denn es ist gar nicht sehr schwer, Diamant zu feinem Pulver zu zerstoßen. Diamant ist vollkommen farblos („Steine vom ersten Wasser"), sehr häufig aber schwach gelblich (besonders der vom Kap), grau oder grünlich; reine intensive Farben sind selten. Durchsichtig, oft auch trüb und fast undurchsichtig; sehr stark glänzend und stark lichtbrechend. Bei genügend starker Hitze kann Diamant vollständig verbrannt werden. G. = 3,5. Er kommt hauptsächlich aus Indien (seit den ältesten Zeiten), Brasilien (seit 1727) und vom Kap (seit 1867), wird meist aus Geröllablagerungen, den Diamantseifen, am Kap auch aus einem eigentümlichen, wahrscheinlich vulkanischen Gestein, dem „blauen Grund", gewonnen; auch in Meteoriten hat man in der neuesten Zeit Diamant gefunden. Der durchsichtige Diamant ist von jeher der geschätzteste Edelstein; die dickeren Kristalle werden in Brillantform, die flacheren in Rosettenform geschliffen; die Brillanten werden frei „à jour" gefaßt und zeigen das lebhafteste Feuer, die Rosetten bekommen eine Unterlage (Folie) und sind bei gleichem Gewicht weniger wertvoll als die Brillanten. Der Wert wird außer nach Klarheit und Reinheit nach dem Gewichte geschätzt; als Gewicht dient bei Diamant wie überhaupt im Edelsteinhandel das Karat, ungefähr gleich 0,2 Gramm. Die trüben Diamanten, die als Diamantbort in den Handel kommen, dienen zum Schneiden von Glas (wozu nur die mit krummen

Kanten zu gebrauchen sind), oder gepulvert als Schleifmittel zum Schleifen von Diamant und andern harten Edelsteinen; scharfe Splitter dienen als Schreibdiamant zum Schreiben auf Glas. Eine poröse, etwa wie Koks aussehende Varietät, Karbonado genannt, wird an Bohrmaschinen zum Bohren in harten Gesteinen (Tunnel) benutzt; sie kommt hauptsächlich aus Brasilien.

Graphit ist reiner Kohlenstoff wie Diamant, unterscheidet sich aber von diesem in allen seinen Eigenschaften. Kohlenstoff ist demnach dimorph. Graphit, wahrscheinlich monoklin, findet sich in derben blättrigen und schuppigen Massen, selten in sechsseitigen Tafeln, die sich leicht nach einer Richtung spalten lassen; er ist undurchsichtig, metallglänzend, schwarz und sehr weich (H. = 1), färbt daher stark ab. G = 2,25, also viel geringer als das von Diamant. Sehr schwer zu verbrennen. Er kommt in größerer Menge bei Passau, in Ostsibirien und auf Ceylon vor. Der feine, reine Graphit liefert das Material für die sogenannten Bleistifte, der aus Sibirien z. B. das für die Bleistifte von A. W. Faber. Der unreine Graphit wird zu feuerfesten Tiegeln und Ofenschwärze benutzt.

II. Klasse. Schwefelverbindungen*).

Schwefelverbindungen, die metallisch, undurchsichtig sind und helle Farbe haben, heißen Kiese (Schwefelkies); solche, die metallisch, undurchsichtig sind und dunkle Farbe haben, heißen Glanze (Bleiglanz); solche, die durchsichtig oder durchscheinend sind, heißen Blenden (Zinkblende).

Auripigment ist Schwefelarsen, As_2S_3, rhombisch; bildet meist derbe Massen. Zitronengelb, durchscheinend, mit starkem

*) Die ähnlichen Arsen- und Antimonverbindungen sind hier einbegriffen.

Glanz. Nach einer Richtung sehr leicht spaltbar; Härte gering ($1\frac{1}{2}$—2). G. = 2,5. Schmilzt leicht und verbrennt an der Luft. Die künstlich dargestellte Verbindung wird als Malerfarbe benutzt. Dieselben Bestandteile in anderm Verhältnis enthält der rote, monokline Realgar, As S.

Antimonglanz (Grauspießglanz), ist Schwefelantimon, Sb_2S_3, rhombische Kristalle oder faserige, strahlige Massen. Grau, metallglänzend, nach einer Richtung, parallel der Längsfläche, leicht spaltbar, die Spaltfläche ist meist quer gestreift; Härte gering (2), G. = 4,6. Sehr leicht schmelzbar, gibt auf Kohle v. d. L. weißen Beschlag, mit Salzsäure Schwefelwasserstoff. Ist das wichtigste Antimonerz. Findet sich in Deutschland bei Arnsberg i. W., am Harz, im Erzgebirge; sehr reichlich in Ungarn. Die größten und schönsten Kristalle sind von Japan gekommen.

Bleiglanz ist Schwefelblei, Pb S; kristallisiert regulär; die Kristalle sind begrenzt von Würfel, Oktaeder, auch Dodekaeder und Pyramidenoktaeder (Fig. 13. 16. 17). Eine charakteristische Kombination ist Würfel mit Oktaeder im Gleichgewicht, das sogenannte Kubooktaeder (Fig. 80). Durchwachsungszwillinge von würfeligen Kristallen, ähnlich der Figur 75, sind nicht selten. Bleiglanz ist metallglänzend, rötlichbleigrau, nach den Würfelflächen sehr leicht spaltbar, mild. Härte gering, $2\frac{1}{2}$—3. G. = 7,5. Gibt mit Soda auf Kohle geschmolzen ein Bleikorn und gelben Beschlag.

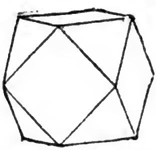


Fig. 80.
Bleiglanz.

Die derben Massen sind grob- bis feinkörnig und haben auf frischem Bruch sehr lebhaften Glanz. Sehr verbreitet, besonders auf Erzgängen. In Deutschland findet sich Bleiglanz hauptsächlich im Harz, in Nassau und Westfalen, im Erzgebirge und am Rand der Eifel bei Commern und Mechernich, hier in Form von kleinen Körnern in buntem Sand-

stein als sogenanntes Knottenerz. Bleiglanz ist das wichtigste Bleierz und durch einen kleinen Silbergehalt zugleich ein wichtiges Silbererz.

Silberglanz ist Schwefelsilber, Ag_2S; regulär, meist Würfel mit Oktaeder wie Bleiglanz, ist jedoch dunkler, grau bis schwarz, wenig glänzend und nicht spaltbar, dagegen geschmeidig und wie Blei zu schneiden. H. = $2^1/_2$, G. = 7,3. Gibt mit Soda auf Kohle geschmolzen ein Silberkorn. Wichtiges Silbererz, findet sich bei Freiberg in Sachsen, im Harz und an andern Orten.

Zinkblende (Blende), ist Schwefelzink, ZnS, regulär-tetraedrisch; an scheinbaren Oktaedern ist bisweilen die eine Hälfte der Flächen glänzend, die andere matt (vergl. Fig. 25), es sind Kombinationen von Tetraeder und Gegentetraeder (ebenso Fig. 28). Fig. 81 stellt eine Kombination von Tetraeder mit Würfel und Gegentetraeder vor, die bei Zinkblende nicht selten ist. Durch wiederholte Zwillingsbildung nach einer Tetraederfläche wird die Form der Kristalle oft schwer bestimmbar, es kommen aber auch sehr schöne einfache und scharfe Zwillinge vor. Zinkblende ist nach den Flächen des Rhombendodekaeders leicht zu spalten, ihre Härte beträgt $3^1/_2$—4, sehr spröd. G. = 4,1. Gibt mit Salzsäure Schwefelwasserstoff. Durchsichtig bis undurchsichtig, mit starkem Glanz. Farbe gelb, braun, rot, ölgrün und schwarz. Besonders häufig sind derbe, körnige Aggregate von brauner Farbe. Sehr verbreitet, namentlich auf Gängen und in Lagern im Harz, Erzgebirge und Nassau; ferner in Oberschlesien, Schemnitz in Ungarn, Kapnik in Siebenbürgen usw. Schöne Kristalle finden sich im Binnental (Schweiz) in Dolomit, große Spaltungsstücke kommen aus der Gegend von Santander in Spanien. Wird auf Zink verhüttet und

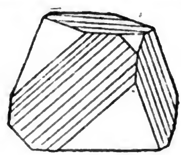


Fig. 81.
Zinkblende.

und zur Darstellung von Schwefelsäure benutzt. Ausgesprochen faserige Aggregate von Blende werden Strahlenblende oder Wurtzit genannt; sie gehört nach ihren Eigenschaften ins hexagonale System, so daß also Schwefelzink dimorph ist. Eine nahezu dichte Abart ist die Schalenblende von Altenberg bei Aachen und Scharley in Oberschlesien, so genannt, weil Lagen von Blende mit schmalen Lagen von Bleiglanz schalenförmig abwechseln.

Kupfernickel oder Rotnickelkies ist Arsennickel, Ni As; die seltenen Kristalle sind hexagonale Pyramiden; meist kommt er in derben, hell kupferroten Massen vor, die oft einen Anflug von apfelgrüner Nickelblüte besitzen, einem Verwitterungsprodukt von Kupfernickel. H. = 5 1/2, ist spröde zum Unterschiede gegen das geschmeidige Kupfer; entwickelt, auf Kohle erhitzt, knoblauchartigen Geruch. Findet sich mit andern Nickel- und Kobalterzen bei Bieber und Richelsdorf in Hessen, im Erzgebirge und an andern Orten und wird auf Nickel und Arsen verarbeitet.

Zinnober ist Schwefelquecksilber, Hg S, kristallisiert hexagonal (tetartoedrisch), kommt aber nur selten in deutlichen Kristallen vor, meist in derben körnigen oder dichten Massen. Spaltbar nach dem Prisma H. = 2, G. = 8. Farbe und Strich von reinem Zinnober scharlachrot, durch Beimengungen dunkler. Wird Zinnober mit Soda in einem Glasröhrchen erhitzt, so scheiden sich kleine Tröpfchen von Quecksilber aus. Durch organische Substanz verunreinigter Zinnober heißt Quecksilberlebererz, Quecksilberbranderz und Korallenerz. Findet sich bei Moschellandsberg in der Pfalz, zu Idria (Krain), Almaden (Spanien), Neualmaden (Kalifornien) und dient zur Darstellung von Quecksilber und von reinem Zinnober.

Kupferglanz ist Schwefelkupfer, $Cu_2 S$, kristallisiert rhombisch; die durch das Vorherrschen der Basis tafeligen

Kristalle sehen aus wie hexagonal, weil zur Pyramide ein Längsprisma, zum Vertikalprisma die Längsfläche tritt. Berührungs- und Durchwachsungszwillinge sind häufig. Meistens findet sich Kupferglanz in derben Massen. Farbe dunkel bleigrau, fast schwarz, Strich schwarz, geringer Metallglanz. H. = $2\frac{1}{2}$—3, mild, fast wie Blei zu schneiden. G. = 5,5. Gibt mit Soda auf Kohle geschmolzen ein Kupferkorn. Wichtiges Kupfererz; in fein verteiltem Zustand im Kupferschiefer von Mansfeld enthalten; schöne Kristalle kommen aus Cornwall und von Bristol in Connecticut.

Magnetkies, Schwefeleisen, $Fe_7 S_8$ oder vielleicht $Fe S$; kristallisiert hexagonal, bildet meist derbe, nach einer Richtung spaltbare Massen. Auf frischem Bruch bronzegelb, metallglänzend; läuft schnell tombakbraun an und wird matt. Spröd, magnetisch. H. = 4, G. = 4,6. Findet sich unter anderm bei Bodenmais im Bayrischen Wald, in Norwegen, die größten Lager aber treten auf der Nordostseite des Huronsees in Kanada auf; durch einen geringen, in diesen Lagern nie fehlenden Nickelgehalt ist Magnetkies zum wichtigsten Nickelerz geworden.

Molybdänglanz, Schwefelmolybdän, $Mo S_2$, bildet sechsseitige, rötlich-bleigraue, metallglänzende Blättchen von geringer Härte (ca. 1), die sich vom schwarzen Graphit durch ihre Farbe unterscheiden.

(Ein anderes molybdänhaltiges Mineral ist Gelbbleierz, molybdänsaures Blei, $Pb Mo O_4$, das in gelben, durch die Basis tafeligen, quadratischen Pyramiden kristallisiert.)

Schwefelkies (Eisenkies, Pyrit) ist Schwefeleisen, $Fe S_2$, kristallisiert regulär-pyritoedrisch. Die häufigsten Formen sind Würfel $\infty O \infty$ (Fig. 85), Oktaeder O, Pyritoeder $\frac{\infty O 2}{2}$ (Fig. 82) und Diploeder $\left[\frac{3 O \frac{3}{2}}{2}\right]$ (Fig. 83), die viele Kombinationen miteinander bilden. In Figur 84 ist die

Kombination vom Würfel mit Pyritoeder dargestellt; häufig sind auch Kombinationen von Pyritoeder mit Oktaeder und Diploeder, die verschiedenen Habitus haben, je nachdem die eine oder andere Form vorherrscht. Die Flächen vom Würfel sind meist parallel einer Kante gestreift, so wie Figur 85 es zeigt; es rührt dies von einer nicht zur rechten Ausbildung gekommenen Kombination mit einem Pyritoeder her. Zwei durcheinander gewachsene Pyritoeder bilden die Zwillinge des eisernen Kreuzes (Fig. 86, die Kanten des einen Individuums sind gestrichelt). Farbe speisgelb, lebhafter Metallglanz; bei Verwitterung durch Bildung von wasserhaltigem Eisenoxyd braun und matt; Pseudomorphosen von Brauneisenstein oder Goethit nach Schwefelkies sind daher gar nicht selten. H. = 6, gibt am Stahl Funken, spröd, Bruch uneben. G. = 5. Schwefelkies ist ein sehr verbreitetes Mineral, die schönsten Kristalle kommen von Elba, und von Brosso und Traversella in Piemont usw. Ringsum ausgebildete Kristalle finden sich, in Keupermergel

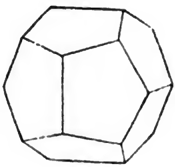


Fig. 82.
Schwefelkies.
Pyritoeder.

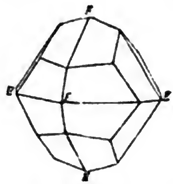


Fig. 83.
Schwefelkies.
Diploeder.

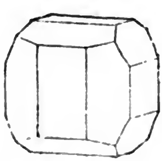


Fig. 84.
Schwefelkies.
Würfel m. Pyritoeder.

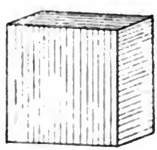


Fig. 85.
Schwefelkies.
Gestreifter Würfel.

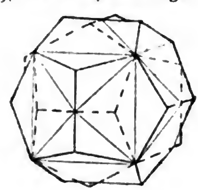


Fig. 86.
Schwefelkies.
Zwilling
des eisernen Kreuzes.

eingewachsen, bei Vlotho an der Weser, von hier kommen auch hauptsächlich die Zwillinge des eisernen Kreuzes. Oft sind die Kristalle zu Gruppen zusammengewachsen, nicht selten sind auch kugelige, im Innern strahlige Aggregate. Häufig findet sich Schwefelkies als Versteinerungsmittel von Tieren. Ausgedehnte Lager von Schwefelkies sind die von Rio Tinto in Spanien, des Rammelsbergs bei Goslar und von Sulitelma in Norwegen. Verwittert leicht zu Eisenvitriol und Schwefelsäure. Wird zur Darstellung von Schwefel, Schwefelsäure und Eisenvitriol benutzt.

Kobaltglanz (Glanzkobalt) besteht aus Kobalt, Arsen und Schwefel und ist nach der Formal Co As S zusammengesetzt; kristallisiert wie Schwefelkies, mit dem er isomorph ist. Außer Figur 82 und 84 stellen Figur 87, Oktaeder mit Pentagondodekaeder, und Figur 88, dieselben beiden Formen im Gleichgewicht, die häufigsten Kombinationen dar.

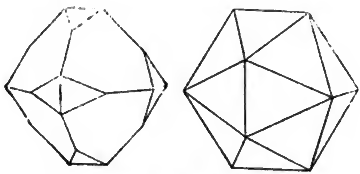


Fig. 87 und 88.
Kobaltglanz.

Zum Unterschied gegen Schwefelkies ist Kobaltglanz rötlich silberweiß, etwas weicher (H. = $5^1/_2$) und schwerer (G. = 6,2); nach den Würfelflächen spaltbar, stark metallisch glänzend. Boraxperle blau. Findet sich mit Kupferkies bei Tunaberg in Schweden, ohne solchen bei Modum in Norwegen. Wird zur Darstellung von blauer Kobaltfarbe (Smalte) benutzt, die ein fein gepulvertes, durch Kobalt dunkelblau gefärbtes Glas ist und als feuerbeständige Farbe besonders für Porzellanmalerei unentbehrlich ist.

Speiskobalt besteht aus Kobalt und Arsen, Co As_2, regulär, Würfel mit Oktaeder ähnlich wie Bleiglanz, von dem er sich durch das Fehlen von Spaltbarkeit leicht unter-

scheidet. Zinnweiß bis dunkelgrau, metallglänzend; Härte $= 5^1/_2$, G. = 6,5 bis 7. Von Speiskobalt ist Chloanthit wesentlich nur durch die Zusammensetzung ($Ni\,As_2$) unterschieden. Beide finden sich zusammen auf Gängen bei Bieber und Richelsdorf in Hessen, im Schwarzwald, Erzgebirge usw. Werden zur Darstellung von Kobaltblau (Smalte), Nickel und Arsen benutzt. Durch Verwitterung entsteht aus Speiskobalt rote Kobaltblüte, aus Chloanthit grüne Nickelblüte; beide sind wasserhaltige arsensaure Salze, das eine von Co, das andere von Ni.

Markasit besteht wie Schwefelkies aus Schwefel und Eisen, $Fe\,S_2$; die Verbindung $Fe\,S_2$ ist dimorph. Markasit kristallisiert rhombisch, die Kristalle sind begrenzt von einem kurzen Vertikalprisma und einem flachen Brachydoma, ähnlich der Figur 89; meist sind es Zwillinge, und nach ihrer Form wird das Mineral auch Speerkies und Kammkies genannt. Farbe speisgelb ins Grünliche, metallisch glänzend, nicht so lebhaft wie Schwefelkies. Härte = 6 bis $6^1/_2$, G. bis 4,7. Nicht so verbreitet wie Schwefelkies, oft mit Ton oder Braunkohlen, auch auf Gängen: wird wie Schwefelkies benutzt. Verwittert ebenso wie Schwefelkies leicht zu Eisenvitriol und Schwefelsäure.

Arsenkies (Mißpickel) besteht aus Eisen, Arsen und Schwefel, $Fe\,As\,S$, kristallisiert rhombisch, isomorph mit Markasit, Kristalle kurzprismatisch, am Ende begrenzt von einem flachen Brachydoma (Fig. 89), oft Penetrationszwillinge. Zinnweis, oder dunkler, wenn angelaufen; ist vom Markasit durch die Farbe zu unterscheiden. Härte $5^1/_2$ bis 6. G. ca. 6. Entwickelt, auf Kohle erhitzt, knoblauchartigen Geruch; gibt mit Salzsäure Schwefelwasserstoff. Findet sich bei Freiberg, im Harz und anderen

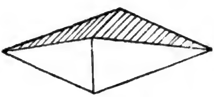


Fig. 89.
Arsenkies.

Orten und wird zur Gewinnung von Arsenik ($As_2 O_3$) benutzt, daher auch sein Name **Giftkies**. Das manchmal goldhaltige, fast nur derb vorkommende **Arseneisen** unterscheidet sich von Arsenkies durch seine Zusammensetzung, indem es nur aus Eisen und Arsen ($Fe As_2$) besteht; bei Reichenstein in Schlesien und anderen Orten. Beide Mineralien sind die wichtigsten Rohprodukte zur Darstellung von Arsenik und andern Arsenpräparaten.

An die einfachen Schwefelverbindungen schließen sich die sogenannten **Sulfosalze** an, die als Verbindungen von Sulfobasen (Schwefelbasen) ($Ag_2 S$, $Cu_2 S$, $Pb S$) mit Sulfosäuren ($Sb_2 S_3$, $As_2 S_3$, $Sb_2 S_5$, $As_2 S_5$) aufgefaßt werden können, ebenso wie die Sauerstoffsalze als Verbindungen von Sauerstoffbasen mit Sauerstoffsäuren aufgefaßt werden können; wir nennen nur die folgenden:

Kupferkies besteht aus Kupfer, Eisen und Schwefel, $Cu Fe S_2$, kristallisiert quadratisch-tetraedrisch; die Kristalle sind meist klein (ähnlich der Figur 90) und durch Zwillings-Verwachsungen undeutlich; hauptsächlich kommt Kupferkies in derben Massen vor, die sich vom ähnlichen Schwefelkies durch ihre grünlich messinggelbe Farbe und geringere Härte ($3^1/_2$ bis 4) unterscheiden lassen. Metallglänzend, oft bunt angelaufen, Strich schwarz. G. = 4,2. Sehr verbreitet; wird im Harz, in Nassau, Westfalen, im Erzgebirge und vielen andern Orten bergmännisch gewonnen und ist das wichtigste Kupfererz.

Buntkupfererz enthält dieselben Bestandteile wie Kupferkies, jedoch in anderm Verhältnis, $Cu_3 Fe S_3$, kristallisiert regulär, ist aber meist derb, auf frischem Bruch metallisch bronzegelb, an der Oberfläche immer blau und rot angelaufen; ist ein wesentlicher Bestandteil von Kupferschiefer bei Mansfeld.

Dunkles Rotgültigerz besteht aus Silber, Antimon und Schwefel, $3\,Ag_2\,S.\ Sb_2\,S_3$, kristallisiert hexagonal-rhomboedrisch; Prisma zweiter Stellung ($\infty P\,2$) am Ende begrenzt von Rhomboedern (z. B. ähnlich der Figur 51) und Skalenoedern. Farbe dunkelrot, durchscheinend; Strich hellrot; der Glanz ist sehr stark. Härte gering (2 bis $2^1/_2$), G. = 5,8. Ist eins der wichtigsten Silbererze, findet sich im Harz, Erzgebirge; in Chile, Mexiko. Das lichte Rotgültigerz enthält statt Antimon Arsen ($3\,Ag_2\,S.\ As_2\,S_3$), ist hellrot, durchsichtig, die Kristalle sind meist Skalenoeder; es ist nicht so häufig als das dunkle Rotgültigerz; findet sich an denselben Orten und ist gleichfalls ein sehr wichtiges Silbererz. Besonders schöne Kristalle kommen in Mexiko vor.

Fahlerz kristallisiert regulär-tetraedrisch; z. B. als Tetraeder $\frac{O}{2}$ (Fig. 90), Tetraeder mit Dodekaeder $\frac{O}{2} \cdot \infty O$ (Fig. 91) oder mit Pyramidentetraeder $\frac{O}{2} \cdot \frac{2\,O\,2}{2}$ (Fig. 92) und in anderen Formen. Enthält Kupfer, Schwefel, Antimon;

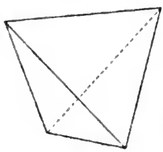


Fig. 90.

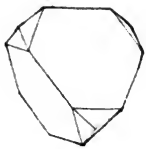


Fig. 91.

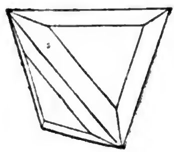


Fig. 92.

Fahlerz.

auch Arsen, Eisen und andere Bestandteile. Reines Kupferfahlerz ist nach der Formel $4\,Cu_2\,S.\ Sb_2\,S_3$ zusammengesetzt, Metallglänzend, Farbe grau bis schwarz, Strich schwarz. H. = 3 bis 4. G. ungefähr = 5. Bei Verwitterung überzieht es sich mit blauer Kupferlasur und gelbem Antimonocker.

Derbe frische Massen sind nur durch chemische Prüfung von andern ähnlich aussehenden zu unterscheiden. Ist ein sehr verbreitetes Mineral, wird im Harz, in Nassau, im Siegenschen, im Erzgebirge und an vielen andern Orten bergmännisch gewonnen und auf Kupfer und Silber verhüttet; Kupfer ist in allen enthalten, Silber nur in den arsenfreien.

Außer den genannten Schwefelverbindungen sind als Erze noch von Wichtigkeit:

Golderze: Schrift- und Blättererz, tellurhaltige, graue, metallglänzende dünne Blättchen. Siebenbürgen.

Silbererze: Sprödglaserz (Stephanit), $5\,Ag_2\,S.\,Sb_2\,S_3$, schwarze rhombische Kristalle, oft hexagonal aussehend. Miargyrit, $Ag_2\,S.\,Sb_2\,S_3$, monoklin, stahlgrau mit kirschrotem Strich. Polybasit u. a.

Kupfererze: Bournonit, $2\,Pb\,S.\,Cu_2\,S.\,Sb_2\,S_3$, rhombisch, Rand der Kristalle oft gezackt (Rädelerz); grau, metallisch. Enargit, $3\,Cu_2\,S.\,As_2\,S_5$, rhombisch, eisenschwarz, wenig glänzend, wichtiges Kupfererz für Peru und Argentinien.

III. Klasse. Oxyde.

Wasser und Eis besteht aus Wasserstoff und Sauerstoff, $H_2\,O$. Eis kristallisiert hexagonal, die Oberfläche von Flußeis entspricht der Basis, die Hauptachse ist senkrecht dazu; das Gletschereis ist körnig, und die Körner sind um so größer, in je tieferen Lagen des Gletschers sie sich befinden. Die Schneesterne lassen in ihrer meist sechsstrahligen Gestalt die hexagonale Form erkennen. Die Gletscher*) haben in den Hochgebirgen (den Alpen) und in den nordischen Ländern (Skandinavien, Grönland) eine große Verbreitung und ziehen sich in den Tälern oft weit unter die Schneegrenze hinab.

*) Sammlung Göschen Nr. 26: Physische Geographie. 2. Auflage. Kapitel X.

Sie befördern große Massen von größeren und kleineren Felsstücken von den Höhen in die Tiefe, die bei dem Schmelzen und Zurückgehen des Gletschers in langgestreckten, mächtigen Schutthaufen (Moränen) zurückbleiben. In einer früheren Erdperiode war ein großer Teil des jetzigen Deutschlands von Gletschern bedeckt, indem sich aus den Alpen und den Gebirgen Mitteldeutschlands Gletscher bis in die Ebenen erstreckten und von Skandinavien aus gewaltige Eismassen die norddeutsche Tiefebene überzogen. Die Findlinge oder erratischen Blöcke, die hier überall zerstreut sich finden, sind von den Gletschern aus Skandinavien mitgebracht worden.

Rotkupfererz, Kupferoxydul, Cu_2O. Regulär $\infty O \infty$. O. und ∞O. Farbe und Strich hell- bis dunkelrot; stark glänzend, durchsichtig oder durchscheinend. H. = $3^1/_2$ bis 4. G. = 6. Gibt, auf Kohle erhitzt, ein Kupferkorn. In deutlichen Kristallen, am häufigsten Würfel und Oktaeder, auch haarförmig (dann Chalkotrichit genannt), besonders aber derb, körnig. In Nassau, im Siegenschen, im Ural usw. Entsteht oft aus Kupfer und verwittert leicht zu Malachit. Bekannt sind die Pseudomorphosen von Malachit nach Rotkupfererz von Chessy bei Lyon.

Rotzinkerz ist Zinkoxyd, ZnO; kristallisiert hexagonal, findet sich in derben, nach der Basis spaltbaren, dunkelkirschroten Massen mit orangegelbem Strich; durchscheinend. H. = 4. G. = 5,5. Kommt in Nordamerika im Staate New Jersey vor und ist hier ein wichtiges Zinkerz.

Korund ist reine Tonerde, Al_2O_3, und kristallisiert hexagonal-rhomboedrisch. Nach der Farbe werden als wichtigste Varietäten unterschieden: gemeiner Korund grau, gelblich, trüb; Rubin rot; Saphir blau. Die beiden ersten sind meist begrenzt vom Prisma zweiter Stellung, der Basis und einem Rhomboeder (Fig. 93); Saphir meist von einer Pyramide zweiter Stellung (4 P 2), der

Basis (Fig. 94) und oft noch von einem Rhomboeder. Sehr hart (H. = 8), nach Diamant das härteste Mineral. G. = 4. Durchsichtig in allen Graden, stark glänzend. Der durchsichtige Korund ist ein sehr wertvoller Edelstein; schöner, fehlerfreier Rubin ist sogar teurer als Diamant. In neuerer Zeit ist es gelungen, Rubin mit allen Eigenschaften des natürlichen nachzubilden, so daß bereits Schmucksachen aus künstlichem Rubin hergestellt werden konnten, die bis jetzt allerdings nur wenig billiger sind als die aus natürlichem Rubin, aber vielleicht späterhin diesem ernstlich Konkurrenz machen können. Manche trübe, meist blaugraue Steine zeigen auf der Basis, besonders wenn sie gewölbt geschliffen sind, einen sechsstrahligen Stern und heißen darum Sternsaphir; es sind recht wertvolle und begehrte Schmucksteine. Rubin und Saphir kommen besonders aus Birma und von Ceylon, wo sie in den Edelsteinseifen sich finden; dunkelblauer und blaugrüner Saphir wird in Australien gefunden; auch in Basalten Deutschlands kommen kleine, aber trübe Kristalle vor. Gemeiner Korund ist in Granit nicht selten. Ein feinkörniger, durch Eisenerze stark verunreinigter Korund, Smirgel genannt, kommt von Naxos und aus Kleinasien und wird als Schleifmittel benutzt; er wird in neurer Zeit immer mehr durch das im elektrischen Ofen dargestellte Karborundum, eine Verbindung von Silicium mit Kohlenstoff, Si C, ersetzt, das härter und reiner ist als der Smirgel.

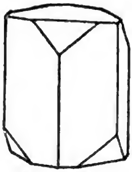


Fig. 93. Rubin.

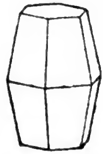


Fig. 94. Saphir.

Eisenglanz, Eisenoxyd, $Fe_2 O_3$, rhomboedrisch; an den Kristallen herrschen Rhomboeder oder die Basis vor. Die großen Massen sind körnig, schuppig (Eisenglimmer), faserig mit nierenförmiger Oberfläche (roter Glaskopf) oder dicht (Roteisenstein). Die Kristalle sind metallisch

glänzend, schwarz; die derben Massen wenig glänzend und dunkelrot. Strich immer kirschrot. H. = $5^1/_2$ bis 6, G. = 4,5 bis 5,3, Boraxperle gelb.

Deutliche Kristalle finden sich auf Elba, am St. Gotthard (Eisenrosen), an Vulkanen usw. Die als Eisenerz wichtigen derben Massen werden in Nassau, im Harz, im Erzgebirge, Spanien, Nordafrika, Brasilien und in vielen andern Gegenden bergmännisch gewonnen.

Dem Eisenglanz in der Form ähnlich ist das Titaneisen, $Fe\,Ti\,O_3$, das schwarze Farbe und braunen Strich besitzt. Boraxperle blutrot. Es ist Gemengteil von sehr vielen Gesteinen, Diabas, Dolerit u. a.

Magneteisen besteht aus Eisenoxydul und Eisenoxyd, $Fe\,O.\,Fe_2\,O_3$, kristallisiert regulär, meist als Oktaeder (Fig. 7), seltener als Rhombendodekaeder; sehr häufig sind Zwillinge vom Oktaeder (Fig. 95). Schwarz, metallglänzend H. = 6. G. = 5. Die Kristalle verhalten sich einem Magneten gegenüber wie weiches Eisen, sie werden angezogen; derbe Massen wirken selbst wie ein Magnet, es sind die natürlichen Magnete; in geeigneter Fassung können sie auf Eisen eine große Anziehungskraft ausüben. Sehr verbreitetes Mineral. Schöne Kristalle eingewachsen in Chloritschiefer der Tiroler Alpen, aufgewachsen auf Glimmerschiefer im Binnental im Wallis. Kleine Körner fast in allen Eruptivgesteinen (Basalt); große, körnige Massen, oft Magnetberge bildend, in Schweden (Kirunavara und Taberg), Lappland, im Ural, Nordamerika usw. Ist eins der wichtigsten Eisenerze.

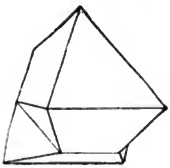


Fig. 95. Magneteisen. Zwilling.

An das Magneteisen schließen sich folgende, mit ihm isomorphe Mineralien an: der rote, durchsichtige, harte (H. = 8), als Edelstein geschätzte Spinell ($Mg\,O.\,Al_2\,O_3$),

der ebenfalls in einfachen Oktaedern und Zwillingen kristallisiert und hauptsächlich von Ceylon kommt, ferner der schwarze, eisenreiche Ceylanit, der Zinkspinell ($ZnO. Al_2O_3$) und

Chromeisenstein, $FeO. Cr_2O_3$. Er bildet derbe, körnige Massen von pechschwarzer Farbe mit braunem Strich. H. = 6. G. = 4,5. Die erkaltete Boraxperle ist smaragdgrün. Findet sich mit Serpentin in Kleinasien, im Ural, in Nord-Carolina, in Nord-Amerika. Dient zur Darstellung der Chrompräparate nnd des metallischen Chroms, das als Zusatz zu Stahl benutzt wird.

[Ein anderes chromhaltiges Mineral ist Rotbleierz, chromsaures Blei ($PbCrO_4$); monokline, gelbrote Kristalle mit gelbem Strich, durchscheinend, stark glänzend. Findet sich bei Beresowsk im Ural und in Tasmanien.]

Quarz ist wasserfreie Kieselsäure (SiO_2). Die hexagonalen Kristalle sind begrenzt vom Prisma (∞P), dessen Flächen horizontal gestreift sind, und einer scheinbaren Pyramide, deren Flächen aber, wenn auch kaum bemerkbar, physikalisch verschieden sind, daher als zwei Rhomboeder, $+\frac{P}{2}$ und $-\frac{P}{2}$, zu deuten sind. Diese Kombination der sechsseitigen Säule mit der scheinbaren Pyramide ist die häufigste von allen (Fig. 96 und 97). Hierzu treten manchmal

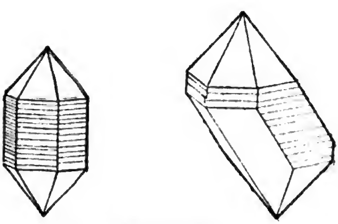


Fig. 96 und 97.
Quarz
mit gestreiften Prismenflächen.

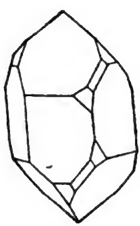


Fig. 98.
Bergkristall.

über den Kanten vom Prisma rhombenförmige und trapezförmige Flächen (vergl. Fig. 98); letztere gehören einer dihexagonalen Pyramide an, die aber nur mit dem vierten Teil ihrer 24 Flächen auftritt; Quarz kristallisiert daher tetartoedrisch; die Rhombenflächen sind Halbflächner einer Pyramide der zweiten Stellung, und würden für sich allein eine dreiseitige, trigonale Pyramide bilden, während die Trapezflächen für sich ein Trapezoeder bilden würden. Eine gewöhnliche Kombination ist:

$$\infty P . + \frac{P}{2} . - \frac{P}{2} . + \frac{2P2}{2} . + \frac{6P\frac{6}{5}}{4} \quad \text{(Fig. 98).}$$

Wenn die Trapezflächen rechts über den Prismenflächen liegen, so ist der Kristall ein rechter und dreht die Ebene des polarisierten Lichtes in der Richtung der Hauptachse nach rechts; ein linker dreht sie nach links. Quarz bietet unter den Mineralien das beste Beispiel für Zirkularpolarisation, wie Kalkspat für Doppelbrechung; nur kann man in diesem die Doppelbrechung mit bloße Augem erkennen, während die Zirkularpolarisation erst im Polarisationsapparat wahrgenommen werden kann. Die Rhomben- und Trapezflächen treten an einfachen Kristallen nur an den abwechselnden Ecken auf; sobald sie an aufeinander folgenden Ecken auftreten, sind die Kristalle Zwillinge. Durchsichtig bis undurchsichtig, farblos und gefärbt, gelb, braun, rosa, violett. Glasglänzend. H. = 7, G. = 2,6. Sehr widerstandsfähig gegen Säuren, wird nur von Flußsäure gelöst. Außer in deutlichen Kristallen auch körnig, faserig usw. Quarz ist das verbreitetste Mineral; nach Farbe und Aussehen unterscheidet man: **Bergkristall**, farblos, oft mit Einschlüssen anderer Mineralien. Auf Klüften und Hohlräumen (Kristallkeller in den Alpen, bei Striegau in Schlesien; auf dem Marmor von Carrara; in Brasilien, auf Madagaskar. Als Geschiebe im Rhein [Rheinkiesel]). Die klaren Kristalle werden geschliffen und

als Schmuckstein verwendet, auch zu feinen Gewichten, kleinen Bechern, Petschaften und dergl. verarbeitet. Rauchtopas, hell- bis dunkelbraun; besonders in den Alpen. Ganz dunkelbrauner, fast schwarzer Rauchtopas heißt Morion; gelber Bergkristall heißt Zitrin, der meiste sogen. Zitrin ist aber gebrannter Amethyst. Amethyst, violett, wird durch Brennen gelb (Zitrin z. T.); kommt besonders mit Achat in den Blasen von Eruptivgesteinen (Melaphyrnadelstein) vor, so bei Oberstein an der Nahe; in Brasilien und Uruguay. Der klare Amethyst gibt einen sehr geschätzten Edelstein, der um so wertvoller ist, je dunkler violblau er ist; der gelbe, gebrannte Amethyst heißt im Edelsteinhandel Goldtopas.

Gemeiner Quarz ist trüb, wenig durchsichtig, weiß, grau, gelb, rosa (Rosenquarz); Glas- bis Fettglanz. Die Kristalle sind oft schalig gebaut (Kappenquarz). Bildet oft große zusammenhängende Massen*) oder das Ausfüllungsmaterial von großen und kleinen Gängen, ist wesentlicher Bestandteil vieler Gesteine (Granit, Gneis, Quarzporphyr, Sandstein). Besondere Varietäten sind: der rote, trübe Eisenkiesel, der lauchgrüne Prasem, der strahlige Sternquarz, der Faserquarz mit dem gelben Tigerauge (aus Südafrika); das Asbestfasern einschließende Katzenauge (von Ceylon), der bituminöse Stinkquarz und andere. Dichter Quarz ist der graue Hornstein, der durch Nickel grüne Chrysopras aus Schlesien, der meist rote oder braune Jaspis u. a.

Tiger- und Katzenauge werden geschliffen und als Edelsteine benutzt, feine Katzenaugen gehören zu den wertvolleren Edelsteinen; Rosenquarz wird in neuerer Zeit als Kettenstein getragen; auch Chrysopras und Jaspis werden geschliffen und besonders zu Steinmosaik verwendet. Gemeiner

---

*) Vergl. Sammlung Göschen Nr. 13: Geologie, 3. Aufl.

Quarz dient zur Glasfabrikation; aus geschmolzenem Bergkristall, der wie Glas erstarrt, werden Gläser geblasen, die gegen plötzliche Temperaturänderung sehr unempfindlich sind; ein Gefäß kann rotglühend in Wasser getaucht werden, ohne zu zerspringen.

Tridymit. Ebenso wie Quarz ist noch ein anderes Mineral zusammengesetzt, das Tridymit genannt wird; es bildet kleine, graulichweiße, sechsseitige, durch Zwillingsbildung oft fächerförmig verwachsene Täfelchen in vulkanischen Gesteinen, z. B. in Trachyten des Siebengebirges bei Bonn.

Opal ist wasserhaltige Kieselsäure; amorph, die natürliche Oberfläche ist gerundet, traubig, nierenförmig. Durchsichtig bis undurchsichtig, farblos oder gelblich und graulich. H. = 6, G. = 2,1. Man unterscheidet:

Edelopal, durchscheinend weißlich oder gelblich mit sehr lebhaftem bunten Farbenspiel, daher wertvoller Edelstein. Findet sich besonders im Trachyt bei Dubnik in Ungarn, in Mexiko und Australien; hier findet man sogar versteinerte Muscheln, die ganz von Edelopal ausgefüllt sind. Hyalith, farblos, durchsichtig, findet sich auf Basalt: Steinheim bei Hanau, Waltsch in Böhmen. Feueropal, weingelb, durchsichtig; Mexiko; wertvoller Edelstein. Halbopal, weiß, braun, gelb, undurchsichtig mit muschligem Bruch; Steinheim bei Hanau. Holzopal, durch Opal versteinertes Holz.

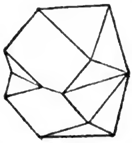
Auch der von heißen Quellen abgesetzte Kieselsinter und die aus Diatomeenpanzern bestehende Kieselgur ist Opalmasse.

Chalzedon ist ebenfalls Kieselsäure, aber sehr feinfaserig, fast dicht mit splittrigem Bruch, wenig glänzend; nierenförmig oder tropfsteinartig. Durchscheinend, weiß, grau oder gelblich, rot (Karneol), grün (Plasma), grün mit roten Punkten (Heliotrop); grau mit moosähnlichen Einschlüssen

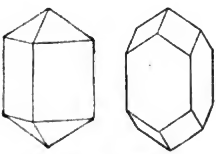
(Moosachat, vgl. S. 50); rot und weiß oder schwarz und weiß gestreift (Onyx). Achat besteht aus vielen Lagen von verschiedenfarbigem Chalzedon, Bergkristall und Amethyst; die intensiven roten und schwarzen Farben sind meist künstlich hervorgerufen; rot durch Brennen, schwarz durch Behandlung mit Honig und Schwefelsäure. Manche Schichten von Achat sind nämlich porös, andere nicht; wird er nun in Honig gelegt, so dringt dieser in die porösen Schichten ein; durch konzentrierte Schwefelsäure wird hierauf der Honig im Innern des Steines verkohlt und die vorher unansehnlich grauen Schichten werden tief schwarz, während die nicht porösen Schichten rein weiß bleiben. In neuerer Zeit färbt man Chalzedon schön braun, indem man ihn mit einer Lösung von Kandiszucker tränkt und darauf brennt, grün durch Chromverbindungen, blau durch Berlinerblau; namentlich der braun und grün gefärbte zeichnet sich, wenn er durchscheinend ist, durch seine Schönheit vor den anderen aus. Chalzedon und Achat finden sich besonders in den Blasen von Eruptivgesteinen, die Achatmandeln bildend; so bei Oberstein an der Nahe, in Brasilien und in Uruguay. Alle Varietäten werden geschliffen (in Idar und Oberstein) und als Schmucksteine getragen; Achat wird auch zu Reibschalen, Kompaßhütchen und dergl. verarbeitet. Zu Chalzedon kann man auch den Feuerstein rechnen, der in Knollen oft als Versteinerungsmittel sich findet, flachmuschligen bis splittrigen Bruch hat und meist grau, seltener gelb oder rot gefärbt ist. Er wurde früher zum Feueranschlagen (mit Stahl und Zunder) und als Flintenstein benutzt, weil er wegen seiner Härte am Stahl beim Anschlagen leicht und reichlich Funken gibt. Findet sich besonders in der Kreide auf Rügen, in Frankreich, England usw. und als Gletschergeschiebe im nördlichen Deutschland weit verbreitet.

Zinnstein ist Zinndioxyd, SnO_2. Quadratische Kristalle,

begrenzt von Prisma (∞P) und der Pyramide (P), auch P∞ u. a.; meist sind es Zwillinge, verwachsen mit der Fläche P∞, an den einspringenden Winkeln leicht zu erkennen. Wegen ihrer, an ein Visier erinnernden Form werden die Zwillingskristalle von den Bergleuten Visiergraupen genannt. Farbe braunrot bis schwarz, kaum durchscheinend; Glanz sehr stark. H. = 6 bis 7. G. = 7. Auch körnige und faserige (Holzzinn) Aggregate bildend. Findet sich eingewachsen in Granit oder lose im Sand (Zinnseifen). Wichtige Fundorte sind das Erzgebirge (Altenberg, Zinnwald usw.), Cornwall, die malaiischen Inseln Banka und Billiton, die Halbinsel Malakka, Neu-Südwales, Tasmanien und Bolivia. Zinnstein ist das einzige Mineral, aus dem Zinn dargestellt wird.


Fig. 99. Zinnstein. Zwilling.

Zirkon besteht aus Zirkonerde und Kieselerde, $ZrO_2 . SiO_2$. Quadratische Kristalle, begrenzt von Prisma und Pyramiden gleicher (Fig. 100) und verschiedener (Fig. 101) Stellung mit und ohne Dioktaeder (Fig. 60). Gelbrot bis braun, durchsichtig bis undurchsichtig, glas- bis diamantglänzend; hart (H. = $7^1/_2$) und schwer (G. = 4,5). Findet sich in Syenit eingewachsen in Norwegen und im Ural; in Basaltlava bei Niedermending und lose im Sand in den Edelsteinseifen von Ceylon und Tasmanien. Der durchsichtige, gelbrote Zirkon heißt Hyazinth und ist, wie alle durchsichtigen Zirkone, ein geschätzter, durch lebhaftes Feuer ausgezeichneter Edelstein.


Fig. 100 und 101. Zirkon.

Rutil, Titansäure, TiO_2; quadratische, hauptsächlich von Prismenflächen begrenzte Kristalle, die fast immer zu

Zwillingen verwachsen sind; Zwillingsebene ist eine Pyramidenfläche (P∞), die einfachsten Zwillinge haben knieförmige Gestalt (Fig. 102). Die Farbe ist dunkelrot, der Strich braungelb, der Glanz metallartiger Diamantglanz. Durchsichtig bis undurchsichtig. H. = 6 bis $6^1/_2$. Spaltbar nach den Prismenflächen (∞P und ∞P∞). G. = 4,2. Findet sich aufgewachsen in den Alpen, oft mit Eisenglanz zusammen und manchmal mit diesem so verwachsen, daß die roten Rutil-Prismen auf der Basis des Eisenglanzes nach drei verschiedenen Richtungen liegen. Große Kristalle kommen von Norwegen, Nordamerika usw.

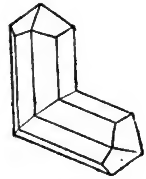


Fig. 102.
Rutil.
Zwilling.

Dieselbe Zusammensetzung wie Rutil hat Anatas, der meist in spitzen quadratischen Pyramiden (Fig. 52) kristallisiert, dunkelblau, fast schwarz, seltener gelb ist, metallartigen Diamantglanz besitzt, nach der Basis leicht spaltet und etwas weicher (H. = $5^1/_2$ bis 6) und leichter (G. = 3,9) ist. Auch Brookit hat dieselbe Zusammensetzung, kristallisiert aber rhombisch in meist tafeligen, rotbraunen Kristallen. Die Substanz der Titansäure ist also trimorph.

[Von den anderen titanhaltigen Mineralien ist noch von einiger Wichtigkeit Titanit, eine Verbindung von titansaurem und kieselsaurem Kalk, $CaSi_2O_5 \cdot CaTi_2O_5$, der monokline, flache, spitzwinklige, einfache Kristalle und Zwillinge bildet und gelb, braun oder grün gefärbt ist. Die Kristalle haben lebhaften Glasglanz und sind in allen Graden durchsichtig. H. = 5 bis $5^1/_2$, G. = 3,5. Aufgewachsene Kristalle in den Alpen mit Bergkristall, Adular und Chlorit auf Klüften; eingewachsene, meist in der Form eines Briefkuverts, in Syenit, Diorit und anderen Gesteinen.]

Pyrolusit (Braunstein), $Mn O_2$, bildet radialfaserige, graue, metallisch-glänzende Aggregate von geringer Härte (H. = 2) und schwarzem Strich; auch schwarze erdige Massen; unschmelzbar. Boraxperle violett. Entwickelt, mit Salzsäure übergossen, Chlorgas und wird mit anderen Manganoxyden wie Braunit ($Mn_2 O_3$, kleine quadratische Pyramiden), Hausmannit ($Mn_3 O_4$, spitze quadratische Pyramiden), Psilomelan und Manganit zur Darstellung von Chlor, in der Glasfabrikation zur Herstellung farbloser Gläser, im Eisenhüttenprozeß zur Darstellung von manganhaltigem Eisen usw. benutzt. Findet sich z. T. mit den genannten Manganerzen zusammen bei Ilmenau im Thüringer Wald, Ilfeld am Harz, bei Gießen; in Spanien, Skandinavien, im Kaukasus, in Brasilien usw.

Brauneisenstein besteht aus Eisenoxyd und Wasser, $2 Fe_2 O_3 . 3 H_2 O$; bildet faserige Aggregate mit nierenförmiger, glänzend schwarzer Oberfläche (brauner Glaskopf), auch dichte, erdige und tonige Massen. Farbe und Strich braun; wird durch Glühen rot. Härte schwankend zwischen 4 und $5^1/_2$. Boraxperle gelb. Sehr verbreitetes, oft aus anderen Mineralien (Roteisenstein, Eisenspat) entstandenes, wichtiges Eisenerz; wird im Harz, Thüringer Wald, in Nassau, Westfalen, im Erzgebirge gewonnen und auf Eisen verhüttet. Varietäten sind das aus runden Körnern bestehende Bohnerz, und die Minette von Luxemburg und Lothringen, der in Mooren und Sümpfen abgesetzte Raseneisenstein (Wiesenerz, Sumpferz), die braune Umbra u. a.

Hier schließen sich die folgenden wasserhaltigen Oxyde an: der schuppige oder nadlige, braunrote Goethit oder Rubinglimmer ($Fe_2 O_3 . H_2 O$); der schwarze, in glänzenden, rhombischen Prismen kristallisierte Manganit ($Mn_2 O_3 . H_2O$; der erdige, gelbe oder braune, zur Herstellung von Alaun und Aluminium benutzte Bauxit ($Al_2 O_3 . 2 H_2 O$); der

feinschuppige, pulverige, in vulkanischen Gebieten (Toskana) gewonnene Sassolin (Borsäure, H_3BO_3); der schwarze, amorphe, in dichten, traubigen oder tropfsteinähnlichen Massen vorkommende Psilomelan, der als Manganerz einige Wichtigkeit besitzt.

IV. Klasse. Haloidsalze.

(Verbindungen der Halogene Chlor, Brom, Jod oder Fluor mit Metallen.)

Steinsalz oder Kochsalz ist Chlornatrium, NaCl; es kristallisiert regulär, fast nur in Würfeln (Fig. 103) und ist nach den Würfelflächen sehr leicht spaltbar, so daß man aus einheitlichen Stücken durch Zerschlagen leicht würfelige Spaltungsstückchen herstellen kann. Die großen Massen sind körnig, auf Klüften finden sich bisweilen auch faserige Aggregate. Farblos, durch beigemengte Substanzen grau, gelb, rot, auch grün und blau; durchsichtig oder durchscheinend, glasglänzend. H. = $2^1/_2$, G. = 2,2. Wird Steinsalz in einer nicht leuchtenden Gasflamme oder Spiritusflamme erhitzt, so erteilt es ihr eine intensiv gelbe Färbung. Oft enthält es Flüssigkeitseinschlüsse, die durch ein bewegliches Bläschen (Libelle), das beim Neigen in die Höhe steigt, leicht zu erkennen sind. In Wasser ist es leicht löslich und schmeckt salzig. Reines Steinsalz bleibt an der Luft trocken; wenn es aber, was häufig der Fall ist, durch andere Salze verunreinigt ist, so zieht es Wasser an und zerfließt.

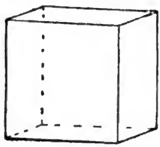


Fig. 103. Steinsalz.

Das Steinsalz ist stets begleitet von Gips und Anhydrit und bildet, mit diesen schichtenweis abwechselnd, bis über 1000 Meter mächtige Lager; das ganze Lager ist häufig bedeckt mit einem von Salz durchtränkten Ton, dem sogenannten

Salzton, der kein Wasser durchläßt und daher das Salz vor dem Auflösen bewahrt. In den oberen Schichten treten an manchen Orten, wie z. B. bei Staßfurt-Leopoldshall, Vienenburg, noch große Massen von leicht löslichen Salzen, die man Abraumsalze (siehe folgende Seite) nennt, hinzu. Aus der Art seines Vorkommen geht hervor, daß das Steinsalz an Küsten oder in abgeschlossenen Meeresteilen aus Meerwasser, das große Salzmengen gelöst enthält, abgesetzt ist. Die Abraumsalze können wegen ihrer leichten Löslichkeit nur durch Austrocknen abgeschlossener Meeresbecken entstanden sein. Geringe Mengen von Steinsalz werden an tätigen Vulkanen gebildet.

Mächtige Steinsalzlager kennt man bei Wilhelmsglück und Friedrichshall in Württemberg, wo das reinste klare Salz in größten Massen vorkommt; bei Staßfurt in der Provinz Sachsen und Vienenburg in der Provinz Hannover (an diesen beiden Orten befinden sich auch sonders reichlich die Abraumsalze), bei Sperenberg und an anderen Orten Norddeutschlands, bei Berchtesgaden und im Salzkammergut, bei Wieliczka und Kalucz in Galizien und an vielen andern Orten. Bei Cardona in Spanien ragt ein kahler Salzberg 500 Fuß über seine Umgebung hervor*).

Ein großer Teil von Steinsalz wird in oft ausgedehnten Bergwerken gewonnen; namentlich sind die Bergwerke von Staßfurt und Wieliczka wegen der Ausdehnung der in die kristallnen Massen gebrochenen Hallen und Stollen berühmt. Sehr viel Steinsalz wird durch Quellen, die Solquellen, an die Erdoberfläche gebracht und aus diesen gewonnen. Die Sole wird zu diesem Zweck in Gradierhäusern durch Verdunstung des Wassers konzentriert und darauf in den Sudhäusern eingedampft. Das Steinsalz scheidet sich dann

*) Vergl. Sammlung Göschen Nr. 13: Geologie, 3. Aufl.

in kleinen, trichterförmigen Kristallen ab. Bei Berchtesgaden und im Salzkammergut wird das Steinsalz im Gebirge durch absichtlich zugeführtes Wasser in den sogenannten Sinkwerken gelöst, die gesättigte Sole herausgepumpt und diese, wie die aus den Quellen, zur Gewinnung von reinem Salz eingedampft. Im Bergwerk von Berchtesgaden wird daher der Besucher durch kleine, mit einem Kahn zu befahrende Seen überrascht, in denen die glitzernden Wände sich spiegeln. In den Mittelmeerländern und an den Küsten des Atlantischen Ozeans in Portugal und Frankreich wird viel Salz in den Salzgärten aus dem Meerwasser durch dessen Verdunstung gewonnen, in den Salzseen der weiten Umgebung des Kaspischen Meeres wird Salz fortdauernd ausgeschieden.

Das Steinsalz, kurz Salz genannt, ist ein unentbehrlicher Zusatz zu den menschlichen Nahrungsmitteln, ebenso für die Ernährung des Viehs von Wichtigkeit. Ferner ist es in der Industrie zur Darstellung von Soda, Salzsäure, Chlor und vielen andern Stoffen von größter Bedeutung.

Abraumsalze nennt man die Mineralien, die in einigen Gegenden die oberste Schicht von Steinsalzlagern bilden und abgeraumt werden mußten, ehe das begehrte Steinsalz erreicht wurde; ihr hoher Wert wurde bald erkannt. Die wichtigsten derselben sind:

Carnallit ($KCl. MgCl_2. 6 H_2O$) bildet körnige, farblose oder durch zierliche Eisenglimmertäfelchen rote Massen, die an der Luft Wasser anziehen und sehr schnell zerfließen.

Sylvin, Chlorkalium (KCl), kristallisiert wie Steinsalz regulär, meist in der Kombination von Würfel und Oktaeder (Fig. 17 und 104); ist nach den Würfelflächen sehr leicht spaltbar. Er bildet wie Steinsalz meist körnige Aggregate und sieht ihm zum Verwechseln ähnlich. Zum Unterschied gegen dasselbe erteilt Sylvin einer nicht leuchtenden Gas- oder Spiritusflamme hell violette Färbung.

Kieserit ($MgSO_4 . H_2O$) und Kainit ($KCl . MgSO_4 . 3 H_2O$), beide sind meistens körnig, weiß oder gelblich.

Polyhalit ($2 CaSO_4 . MgSO_4 . K_2SO_4 . 2 H_2O$) bildet körnige, stenglige oder dichte Aggregate, ist nach zwei Richtungen spaltbar; grau oder rot.

Die Abraumsalze sind wegen ihres Kaligehaltes sehr wertvolle Düngemittel; sie dienen zur Darstellung von Kalisalpeter, der aus Natronsalpeter und Chlorkalium durch Austausch der Bestandteile erhalten wird, und vielen andern wichtigen Kaliverbindungen; sie liefern ferner Bittersalz, Brom und andere für die Industrie wichtige Stoffe. Abraumsalze finden sich besonders bei Leopoldshall in Anhalt, bei Staßfurt und Vienenburg und vielen andern Orten im nördlichen Deutschland zwischen Harz und Thüringerwald.

Chlorsilber (Hornsilber), $AgGl$, bildet kleine graue reguläre Oktaeder oder dünne, hornähnliche Überzüge. H. = 1 bis $1^1/_2$, G. = 5,6. Geschmeidig, läßt sich mit dem Messer schneiden. Findet sich mit dem ähnlich aussehenden Bromsilber zusammen in Chile.

Flußspat, Fluorcalcium, $CaFl_2$. Regulär in mannigfachen Formen. Sehr häufig Würfel ($\infty O \infty$) (Fig. 13), mit Oktaeder ($\infty O \infty . O$) (Fig. 104), Dodekaeder ($\infty O \infty . \infty O$) (Fig. 18), Pyramidenwürfel ($\infty O \infty . \infty O 3$) oder mit

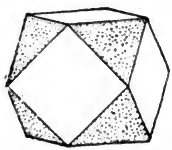


Fig. 104.
Flußspat.

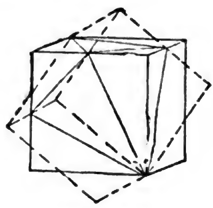


Fig. 105.
Flußspat.
Durchwachsungszwillinge von zwei Würfeln.

48=Flächner ($\infty O \infty$. $4 O 2$); auch Durchwachsungszwillinge zweier Würfel (Fig. 105). Spaltbar nach den Oktaederflächen, so daß man leicht oktaedrische Spaltungsstücke herstellen kann. H. = 4, G. = 3,2. Glasglanz; farblos, gelb, rot, grün, blau, violett in prächtigen Farbentönen. Durchsichtig bis undurchsichtig. Die dunkelgrünen zeigen die Erscheinung der Fluoreszenz, im durchfallenden Licht erscheinen sie grün, im zurückgeworfenen Licht aber blau gefärbt. Flußspat bildet häufig auch körnige bis dichte Aggregate. Findet sich auf Gängen, besonders Erzgängen im Harz, Schwarzwald, Erzgebirge, England usw.

Dient zur Darstellung von Flußsäure, als Flußmittel bei Hüttenprozessen usw.

Kryolith enthält Natrium, Aluminium und Fluor, $3\,Na\,Fl.\ Al\,Fl_3$; monoklin, Kristalle sind selten; meist derbe, großkörnige Aggregate. Nach drei aufeinander nahezu senkrechten Richtungen spaltbar; weiß, selten grau oder schwarz; mit eigentümlichem feuchten Glasglanz, durchscheinend; an der Lichtflamme leicht schmelzbar. H. = $2^1/_2$ bis 3, G. = 2,9. Enthält oft allerhand Erze eingeschlossen. Große Massen finden sich in Westgrönland und werden von dort geholt und zur Darstellung von Flußsäure, Alaun, Soda, Natrium und Aluminium benutzt.

Atakamit ist eine Verbindung von Kupfer mit Chlor, Wasserstoff und Sauerstoff, $Cu\,Cl\,(O\,H).\ Cu\,(O\,H)_2$. Bildet rhombische Kristalle, meist aber faserige und strahlige Aggregate, die grün sind und Malachit ähnlich sehen. Zum Unterschied gegen diesen braust Atakamit mit Salzsäure übergossen nicht auf und erteilt einer nicht leuchtenden Spiritus= oder Gasflamme blaue Färbung. H. = 3 bis $3^1/_2$, G. = 3,8. Findet sich in der Wüste Atakama und ist für Chile ein wichtiges Kupfererz. Auch in Australien und andern Gegenden.

V. Klasse. Kohlensaure Salze oder Karbonate.

Kalkspatgruppe.

Kalkspat ist kohlensaurer Kalk, $CaCO_3$; kristallisiert hexagonal-rhomboedrisch und spaltet sehr vollkommen nach einem Rhomboeder, das als Grundrhomboeder ($+\frac{P}{2}$ oder $+R$, Fig. 106) angenommen wird. Der Formenreichtum der Kristalle ist sehr groß, als einfache Formen treten stumpfe und steile (Fig. 48) Rhomboeder und Skalenoeder (Fig. 107)

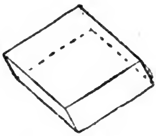


Fig. 106.
Kalkspat.
Spaltungsstück.

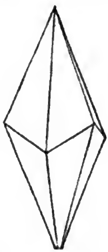


Fig. 107.
Kalkspat.
Skalenoeder.

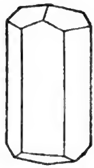


Fig. 108.
'Kalkspal.
Prisma mit Rhomboeder.

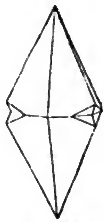


Fig. 109.
Kalkspat.
Skalenoeder, Zwilling nach der Basis.

auf; die Kombinationen sind je nach dem Träger prismatisch, rhomboedrisch oder skalenoedrisch. Eine häufige Kombination stellt Fig. 108 dar, Prisma erster Stellung mit einem negativen stumpfen Rhomboeder, ($\infty R. -\frac{1}{2}R$), eine andere Figur 40, Prisma mit Basis. Zwillingsbildung ist häufig, Zwillingsebene ist entweder die Basis (Fig. 109) oder eine Rhomboederfläche. Durchsichtig bis undurchsichtig, farblos oder gefärbt; Glasglanz. Der farblose, durchsichtige Kalkspat zeigt besonders deutlich die Erscheinung der Doppelbrechung, heißt daher

auch Doppelspat (von Island). Spröde, H. = 3, G. = 2,7. Mit Säuren übergossen braust Kalkspat schon in der Kälte stark auf, indem die Kohlensäure entweicht. Flammenfärbung gelbrot. Die derben Aggregate von Kalkspat sind körnig (weißer Marmor), stenglig, faserig oder dicht (Kalkstein), seltener erdig (Schreibkreide). Der Kalkstein ist oft reich an versteinerten Tieren, die ehemals im Meere gelebt haben; er ist mit diesen und meist durch diese, z. B. durch die Korallen, aus dem Meerwasser abgeschieden und später durch Verschiebungen von Wasser und Land aus dem Meer emporgehoben worden. Die immer nur aufgewachsen vorkommenden Kristalle von Kalkspat sind auf andere Weise entstanden; Wasser, das Kohlensäure enthält, nimmt aus dem Kalkstein kohlensauren Kalk auf, der sich später wieder absetzt, wenn die Kohlensäure entweicht, und in Höhlen den Tropfstein bildet, in Bächen den Kalksinter (Travertin von Tivoli bei Rom), in Klüften stenglige und faserige Aggregate oder Kristalle.

Kalkspat ist nach Quarz das häufigste Mineral; der dichte Kalkstein bildet mächtige Gebirge und findet sich überall; weißer Marmor kommt am schönsten bei Paros in Griechenland und Carrara in Italien vor, ist auch sonst, z. B. in den Alpen, nicht selten. Schöne Kristalle von Kalkspat finden sich bei Andreasberg im Harz, Freiberg und Niederrabenstein bei Chemnitz in Sachsen, Groß-Sachsenheim in Württemberg, in Derbyshire, bei Joplin in Missouri und an vielen andern Orten.

Der Doppelspat wird zu optischen Apparaten benutzt, der weiße Marmor zu Bildhauerarbeiten; auch schön gefärbter Kalkstein, bunter Marmor, wird geschliffen und vielfach benutzt. Der gemeine Kalkstein wird als Baustein und, gebrannt, zur Mörtelbereitung benutzt, feinschieferige Kalksteine (von Solenhofen) liefern lithographische Steine.

Magnesit (Bitterspat z. T.) ist kohlensaure Magnesia, $MgCO_3$, und kristallisiert als einfaches Rhomboeder (Fig. 106), nach dessen Flächen er leicht spaltet. Nicht selten findet er sich auch in dichten, weißen Knollen. H. = $4^1/_2$, G. = 3. Braust mit Salzsäure erst in der Wärme. Die Kristalle finden sich eingewachsen in Talk- und Chloritschiefer der Alpen, die Knollen bei Frankenstein in Schlesien, am Kaiserstuhl in Baden usw.; sie wurden zur Darstellung von reiner Kohlensäure benutzt, jetzt wird die in vielen Gegenden, z. B. im Brohltal, aus der Erde strömende Kohlensäure verdichtet und in Stahlbomben weithin verschickt.

Dolomit (Bitterspat z. T.) besteht aus kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia, (Ca, Mg) CO_3; bildet einfache Rhomboeder (Fig. 106), hauptsächlich aber körnige, oft poröse Massen, die mächtige Berge zusammensetzen (Südtirol, Gerolstein in der Eifel). H. = 4, G. = 2,9. Weiß, gelb, grau; durchsichtig, meist trüb und fast undurchsichtig. Braust mit Salzsäure erst in der Wärme.

Eisenspat (Spateisenstein) ist kohlensaures Eisenoxydul, $FeCO_3$. Die Kristalle sind einfache Rhomboeder (Fig. 106); häufiger sind körnige Aggregate. Spaltbar nach den Rhomboederflächen. Hellgelb bis braun, durchscheinend bis undurchsichtig. H. = 4, G. = 3,9. In heißer Salzsäure unter Aufbrausen löslich; die Lösung wird gelb. Wird durch Erhitzen auf Kohle magnetisch. Verwittert leicht, wird dunkler und matt und geht schließlich in Brauneisenstein über; man findet daher häufig Pseudomorphosen von Brauneisenstein nach Eisenspat. Sehr wichtiges Eisenerz; wird im Siegenschen, bei Hüttenberg in Kärnten, Eisenerz in Steiermark und an anderen Orten gewonnen. Kugelförmige Aggregate (Sphärosiderit) finden sich hier und da in Basalt (Steinheim bei Hanau); durch Ton verunreinigte Massen (toniger Sphärosiderit) kommen im Saargebiet, mit Kohle gemischt (Kohlen-

eisenstein) in Westfalen und England vor und sind sehr wertvolle Eisenerze.

Zinkspat (Galmei), kohlensaures Zink, $ZnCO_3$, bildet in der Regel faserige bis dichte Aggregate mit nierenförmiger, traubiger Oberfläche; weiß, gelb, grau, auch grün und blau; glasglänzend, durchscheinend. H. = 5, G. = 4,5. Gibt auf Kohle geglüht gelben Beschlag. Findet sich in großen, zum Teil erdigen Massen bei Tarnowitz und Beuthen in Oberschlesien, bei Aachen, Brilon i. Westf., früher bei Wiesloch in Baden; Raibl in Kärnten, in Spanien, bei Laurium in Griechenland usw. Sehr wichtiges Zinkerz.

Die genannten Karbonate der Kalkspatgruppe sind miteinander isomorph und lassen sich alle nach den Flächen eines Rhomboeders leicht spalten. Es gehört noch hierher der rote Manganspat ($MnCO_3$) und die isomorphen Mischungen Braunspat, Ankerit und Mesitinspat, die zum Teil in sattelförmig gekrümmten Rhomboedern kristallisieren. Es schließt sich an eine zweite Gruppe von isomorphen Karbonaten, die Aragonitgruppe, deren Glieder rhombisch kristallisieren. In beiden Gruppen tritt kohlensaurer Kalk (als Kalkspat und Aragonit) auf, der also dimorph ist. Beide Gruppen werden hierdurch zu einer isodimorphen Reihe verbunden.

Aragonitgruppe.

Aragonit ist kohlensaurer Kalk, $CaCO_3$, bildet rhombische Kristalle (Fig. 110), begrenzt von Vertikalprisma (∞P), Längsfläche ($\infty P \breve{\infty}$) und einem Längsprisma ($P \breve{\infty}$); sehr häufig in Zwillingen, die eine Prismenfläche (∞P) gemeinschaftlich haben (Fig. 111), auch in Drillingen, die oft wie hexagonal

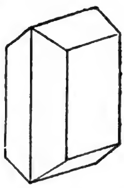


Fig. 110. Aragonit. Einfacher Kristall.



Fig. 111. Aragonit. Zwilling.

aussehen, besonders wenn sie am Ende nur von der Basis begrenzt sind (ähnlich der Fig. 40). Muschliger Bruch, keine Spaltbarkeit, deshalb von Kalkspat leicht zu unterscheiden; H. = $3^1/_2$—4, G. = 2,9—3; auch an dem höheren spezifischen Gewicht kann man ihn leicht von Kalkspat unterscheiden. In kalter Salzsäure unter Brausen löslich; färbt die Flamme gelbrot. Außer in Kristallen in körnigen, faserigen, ästigen (Eisenblüte) Aggregaten. Schöne Kristalle in Böhmen, Aragonien, Sizilien. Faserige, dichte und kugelige Massen als Absatz der Quellen von Karlsbad (Sprudelstein, Erbsenstein). Durchscheinender gelblicher und grünlicher, fast dichter Aragonit aus Mexiko wird zu Skulpturen, Briefbeschwerern und dgl. verarbeitet.

Mit Aragonit sind isomorph: Weißbleierz ($PbCO_3$), bildet farblose oder weiße, diamantglänzende, spröde Kristalle, die rhombisch sind, wie Aragonit, oft aber infolge von Zwillingsbildung wie hexagonale Pyramiden aussehen. Gibt auf Kohle erhitzt ein Bleikorn. Findet sich meist auf Bleiglanz, durch dessen Verwitterung es entstanden ist. Witherit ($BaCO_3$) und Strontianit ($SrCS_3$) bilden ähnlich aussehende Kristalle oder häufiger körnige, stenglige und faserige Aggregate; mit Salzsäure befeuchtet in eine nicht leuchtende Spiritus- oder Gasflamme gebracht, gibt Witherit gelbgrüne, Strontianit rote Färbung. Anwendung zu Grün- und Rotfeuer. Strontianit wird in der Zuckerindustrie benutzt.

Malachit und **Kupferlasur** bestehen aus Kupferoxyd, Kohlensäure und Wasser und sind beide monoklin; mit Salzsäure übergossen brausen sie auf. Malachit, $CuCO_3 . Cu(OH)_2$, ist grün, faserig, strahlig; Kupferlasur, $2\,CuCO_3 . Cu(OH)_2$, dunkelblau, öfters in schönen monoklinen Kristallen. Beide entstehen bei Verwitterung von Kupfererzen und sind sehr

häufig. Große Massen von radialfaserigem, heller und dunkler grün gestreiftem Malachit mit nierenförmiger Oberfläche kommen im Ural vor und werden zu Vasen und dergleichen verarbeitet.

VI. Klasse. Salpetersaure Salze oder Nitrate.

Natronsalpeter (Chilisalpeter), $NaNO_3$, kristallisiert in Rhomboedern wie Kalkspat (Fig. 106), bildet aber fast immer körnige, allerhand Verunreinigungen enthaltende Massen. Weiß, gelb, grau; ist in Wasser leicht löslich, zerfließt sogar schon an der feuchten Luft; spaltbar wie Kalkspat nach den Rhomboederflächen. Mächtige Lager finden sich in regenlosen Gebieten des nördlichen Chile. Wird als Düngemittel, zur Darstellung von Salpetersäure und von Kalisalpeter (KNO_3) benutzt (vergl. S. 100). Dieser findet sich nur als Ausblühung des Bodens, nicht in mächtigen Lagern; er kristallisiert rhombisch wie Aragonit (Fig. 110), bleibt auch an feuchter Luft trocken und kann daher zu Schießpulver benutzt werden, wozu Natronsalpeter nicht geeignet ist.

Aus den bei der Umkristallisation des Natronsalpeters zurückbleibenden Mutterlaugen wird jetzt das meiste in den Handel kommende Jod gewonnen.

VII. Klasse. Borsaure Salze oder Borate.

Borazit ist eine Verbindung von borsaurem Magnesium mit Chlormagnesium, $2\,Mg_3B_8O_{15}\,.\,MgCl_2$, kristallisiert in regulären, ausgezeichnet tetraedrischen Formen, an denen Würfel, Rhombendodekaeder oder Tetraeder (Fig. 23. 27) vorherrscht. Eine häufige Kombination stellt Fig. 112 vor: Würfel mit Rhombendodekaeder

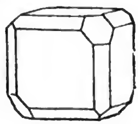


Fig. 112. Borazit.

und Tetraeder. Die immer nur kleinen Kristalle sind glasglänzend, durchsichtig bis durchscheinend, farblos, grau oder gelblich und finden sich in Gips eingewachsen bei Lüneburg in Hannover und Segeberg in Holstein; auch im Carnallit von Staßfurt, wo aber besonders dichte, weiße Knollen von Borazit vorkommen.

Borax oder Tinkal ist wasserhaltiges borsaures Natron, $Na_2B_4O_7 . 10H_2O$, kristallisiert monoklin, die Form der Kristalle ist der Form von Augit (Figur 123) sehr ähnlich. Farblos, durchsichtig oder trüb und undurchsichtig; fettglänzend, H. = 2 bis $2^1/_2$, G = 1.7. In Wasser löslich. Findet sich als Absatz gewisser Seen, der sogenannten Boraxseen im westlichen Tibet, in Kalifornien und Nevada, von wo große Mengen in Handel gebracht werden. Sehr viel Borax wird aber auch aus der in Toskana gewonnenen Borsäure (Seite 97) fabrikmäßig dargestellt.

VIII. Klasse. Schwefelsaure Salze oder Sulfate.

Schwerspat oder Baryt ist schwefelsaures Baryum, $BaSO_4$. Rhombisch, die Kristalle sind tafelig oder prismatisch, häufige Kombinationen sind Vertikalprisma mit Basis (Fig. 113) oder Quer- und Längsprisma mit Basis (Fig. 114 und 115).

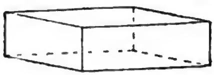


Fig. 113.



Fig. 114.

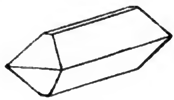


Fig. 115.

Schwerspat.

Spaltbar nach dem Vertikalprisma und der Basis: weiß, gelb, rötlich oder bläulich; durchsichtig, meist trüb und undurchsichtig. Glasglanz. H. = $3-3^1/_2$, G. = 4,5. Die großen Massen bilden körnige, blättrige, stenglige Aggregate, die durch ihre Schwere und Spaltbarkeit von ähnlich aus-

sehenden leicht zu unterscheiden sind. Die Kristalle finden sich besonders auf Erzgängen im Harz, Erzgebirge, Böhmen, England usw. Derber Schwerspat in großen Massen im Thüringer Wald, in Hessen (Meißner, Bieber, Richelsdorf), im Schwarzwald, Harz usw. Wird zur Verstärkung von Papier und zu weißer Farbe benutzt und ist das wichtigste Rohmaterial zur Darstellung von Baryumpräparaten. Mit Schwerspat sind isomorph: Cölestin, $SrSO_4$; farblose, prismatische Kristalle, kommen mit Schwefel in Sizilien vor, blaue, faserige Platten im Muschelkalk bei Jena, große tafelige Kristalle am Erie-See. Bleivitriol, $PbSO_4$, bildet farblose, diamantglänzende Kristalle in verwittertem Bleiglanz; Siegen, Sardinien.

Anhydrit ist schwefelsaures Calcium, $CaSO_4$; rhombisch; kleine prismatische Kristalle im Kieserit von Staßfurt, sonst fast immer derb, grob- bis feinkörnig; spaltbar nach drei aufeinander senkrechten Richtungen (den drei Pinakoiden oP, $\infty P \breve{\infty}$, $\infty P \bar{\infty}$), durchsichtig oder durchscheinend, glasglänzend, farblos, weiß, grau, rot, bläulich. H. = 3, G. = 3. Kommt fast stets mit Steinsalz zusammen vor (siehe dies); geht durch Aufnahme von Wasser in Gips über.

Gips ist wasserhaltiges schwefelsaures Calcium, $CaSO_4 . 2H_2O$; kristallisiert monoklin. Die einfachsten Kristalle sind begrenzt von Vertikalprisma, Längsfläche und Pyramide oder Längsprisma (Fig. 116), oft sind sie linsenförmig gekrümmt. Zwillingsbildung ist häufig, wegen ihrer Form (vergl. Fig. 117) werden die Zwillinge Schwalbenschwanzzwillinge genannt: Zwillingsebene ist meist die Querfläche (Fig. 117). Gips

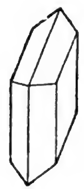


Fig. 116.
Gips.
Einfacher Kristall.

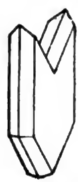


Fig. 117.
Gips.
Schwalbenschwanzzwilling.

ist nach der Längsfläche sehr vollkommen spaltbar, weniger gut, aber immer noch deutlich spaltet er nach zwei weiteren Richtungen, und diese Spaltflächen werden nach ihrer Beschaffenheit als muschliger Bruch (parallel der Querfläche) und faseriger Bruch unterschieden. Farblos, auch gelblich, grau und rot; durchsichtig oder durchscheinend. Glasglanz, auf der Hauptspaltfläche Perlmutterglanz. H. = 2, G = 2,3. Große, klar durchsichtige, farblose Kristalle finden sich in Gipshöhlen, z. B. bei Reinhardsbrunn im Thüringer Wald, große, gelbliche Schwalbenschwanzkristalle am Montmartre bei Paris, kleinere Kristalle bei Berchtesgaden und an anderen Orten im Salzgebirge, Kristallgruppen finden sich nicht selten im Ton. Die derben Massen sind großspätig, faserig oder meist körnig; reiner, feinkörniger Gips heißt Alabaster. Die körnigen Massen, die mit und ohne Steinsalz vorkommen, sind vom Meer, die Kristalle und faserigen Aggregate auf Hohlräumen und Klüften von Wasser, das Gips gelöst hatte, abgesetzt.

Durch Erwärmen auf 120° verliert er sein Wasser; der so „gebrannte" Gips nimmt in Berührung mit Wasser das verlorene wieder auf und wird fest. Hierauf beruht seine Verwendbarkeit zu Abgüssen und Verbänden. Durch stärkeres Erhitzen wird Gips „tot" gebrannt und ist dann nicht mehr zu Abgüssen brauchbar. Alabaster wird zu Vasen, Skulpturen u. dergl. verarbeitet.

IX. Klasse. Wolframsaure Salze.

Wolframit ist eine Mischung von wolframsaurem Eisen und Mangan, (Fe, Mn) WO_4; bildet monokline Kristalle, metallglänzend, undurchsichtig, schwarz mit dunkel-rotbraunem Strich. H. = 5 bis $5^1/_2$, G. = 7 bis 7,5. Findet sich besonders schön im Erzgebirge mit Zinnstein zusammen und kommt in größeren Mengen in Spanien vor. Wird zur Darstellung

der Wolframpräparate und als Zusatz zu Stahl (Wolframstahl) benutzt.

Scheelit ist wolframsaurer Kalk, $Ca\,W\,O_4$, kristallisiert in quadratischen Pyramiden, gelb, glasglänzend, durchscheinend. H. = $4^1/_2$ bis 5, G. = 6. Findet sich mit Wolframit zusammen. Isomorph mit ihm ist Gelbbleierz. (Siehe S. 79.)

X. Klasse. Phosphorsaure Salze oder Phosphate.

Apatit ist chlor- und fluorhaltig erphosphorsaurer Kalk, $3\,Ca_3\,P_2\,O_8 . Ca\,(Cl, Fl)_2$. Hexagonal. Außer dem Prisma erster Stellung treten Pyramiden erster und zweiter Stellung, die Basis und dihexagonale Pyramiden auf, letztere aber nur mit der Hälfte der Flächen (die Kante zwischen Prisma erster und der Pyramide zweiter Stellung abstumpfend), so daß Apatit (pyramidal)-hemiedrisch ist (Fig. 118). Durchsichtig bis undurchsichtig, glasglänzend, farblos, gelb, braun, grün, blaugrün, violett usw.; unvollkommen spaltbar nach der Basis. H. = 5, G. = 3,2. Sehr verbreitetes Mineral; aufgewachsen in Gängen im Erzgebirge, in den Alpen usw.; eingewachsen in fast allen Eruptivgesteinen und hierdurch über die ganze Erde verbreitet, so daß wir im Apatit den Träger des Phosphors zu erblicken haben. Besonders große eingewachsene Kristalle kommen in Kanada vor. Dichte und erdige Massen (Phosphorit) in mächtigen Lagern an der unteren Lahn in Nassau, bei Amberg in Bayern werden zu Düngemittel (Superphosphat) verarbeitet.

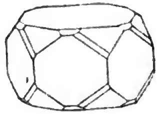


Fig. 118.
Apatit.

An Apatit schließt sich an: das in bauchigen, faßförmigen sechsseitigen Prismen vorkommende braune oder grüne Braunbleierz (Pyromorphit), $3\,Pb_3\,P_2\,O_8 . Pb\,Cl_2$, meist auf Bleiglanz sitzend (Ems), und der seltnere, ebenfalls hexa-

gonale, meist gelbe Mimetesit, die entsprechende Blei-Arsenverbindung, $3\,Pb_3\,As_2\,O_8 . Pb\,Cl_2$.

Türkis. Zu den Phosphaten gehört ferner der dichte, undurchsichtige, wegen seiner schönen blauen Farbe als Edelstein geschätzte Türkis (wasserhaltige phosphorsaure Tonerde), der namentlich aus Persien zu uns kommt, wo er auf schmalen Klüften in Kieselschiefer sich findet. Grüner, wenig geschätzter Türkis findet sich auch in Schlesien, besserer und schleifwürdiger Türkis kommt in Arizona und Nevada vor.

XI. Klasse. Kieselsaure Salze oder Silikate.

Die kieselsauren Salze sind Verbindungen von Kieselsäure mit Basen, von denen Kali, Natron, Kalk, Magnesia, Eisen und Tonerde am häufigsten sind. Sie enthalten entweder nur eine dieser Basen oder mehrere. Die Zahl der Silikate ist sehr groß, weil die Bestandteile in verschiedenen Verhältnissen vereinigt sein können. Viele Silikate sind wichtig, weil sie wesentliche Gemengteile verbreiteter Gesteine sind und daher an dem Aufbau der festen Erdkruste erheblichen Anteil haben, andere, weil sie als Edelstein oder sonstwie Verwendung finden; nur die wichtigsten können wir hier nennen. Die, welche durch ihre Verwandschaft zusammengehören, fassen wir immer in eine Gruppe zusammen.

Feldspatgruppe.

Außer Feldspat rechnen wir Leuzit und Nephelin zu dieser Gruppe, da sie die gleichen Bestandteile wie Feldspat enthalten. Die eigentlichen Feldspate kristallisieren monoklin und triklin, alle spalten deutlich nach zwei Richtungen, die bei den monoklinen aufeinander senkrecht, bei den triklinen etwas schief zueinander sind; in Rücksicht auf die Spaltbarkeit nennt man die monoklinen Orthoklas (gerad spaltend), die triklinen Plagioklas (schief spaltend). Die bessere Spalt-

fläche nimmt man als Basis an, die andere als Längsfläche. Die Kristalle aller Feldspate sehen einander ähnlich und sind äußerlich oft schwer zu unterscheiden. Ein wesentlicher Unterschied liegt in ihrer chemischen Zusammensetzung: der monokline ist eine Verbindung von Kali, Tonerde und Kieselsäure, also Kalifeldspat, die triklinen enthalten statt Kali entweder Natron (Natronfeldspat) oder Kalk (Kalkfeldspat) oder beides (Kalknatronfeldspat) in isomorpher Mischung. Bei der Verwitterung dieser Mineralien entstehen entweder durch Wasseraufnahme Zeolithe oder durch Verlust der alkalischen Bestandteile Kaolin und Ton. Das Kali aus dem verwitternden Kalifeldspat und dem Leuzit wird von der Erde aufgenommen und bewirkt große Fruchtbarkeit des Bodens.

Orthoklas ist monokliner Kalifeldspat, $K_2 Al_2 Si_6 O_{16}$. Die Kristalle (Fig. 119) sind begrenzt vom Vertikalprisma (T), der Längsfläche (M), der Basis (P), hinteren Schiefendflächen (x, y) und oft noch von einer hinteren Pyramide (o). Träger der Kombination ist entweder Prisma und Längsfläche oder Basis und Längsfläche. Häufig sind die Kristalle zu Zwillingen verwachsen. Karlsbader Zwillinge haben die Querfläche ($\infty P \bar{\infty}$) gemeinschaftlich und sind Durchwachsungszwillinge (Fig. 120, die Kristalle sind hier begrenzt vom Vertikalprisma, der Längsfläche, Basis und einer steilen hinteren Schiefendfläche). Bavenoer Zwillinge haben eine Klinodomenfläche ($2 P \grave{\infty}$), Manebacher die Basis (o P) gemeinschaftlich und sind Berührungszwillinge. H. = 6, G. = 2,5 — 2,6. Nach Farbe und Aussehen wird unterschieden: Gemeiner Feldspat, trüb, fast undurchsichtig, weiß, grau, gelblich, röt-

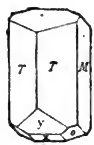
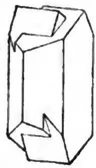


Fig. 119. Feldspat. Einfacher Kristall.


Fig. 120. Feldspat. Karlsbader Zwilling.

lich, auch grünlich. Ist wesentlicher Gemengteil von Granit, Gneis, Syenit, Porphyr. Schöne Kristalle finden sich bei Striegau in Schlesien, bei Karlsbad, bei Baveno am Lago maggiore. Sanidin (glasiger Feldspat) ist klar, durchscheinend, farblos, rissig. Bestandteil von Trachytgesteinen, am Laacher See, Siebengebirge. Adular, farblos, klar, durchsichtig, nicht rissig; findet sich auf Klüften von Silikatgesteinen in den Alpen usw. Zeigt bisweilen einen bläulichen Lichtschein und wird dann unter dem Namen Mondstein als Edelstein benutzt, besonders solcher von Ceylon.

Kalifeldspat ist auch der Mikroklin, der äußerlich nicht vom trüben, gemeinen Feldspat zu unterscheiden ist, wegen gewisser physikalischer Eigenschaften aber für triklin gehalten wird. Eine rein grüne Varietät ist der als Edelstein zur Verwendung kommende Amazonenstein, der im Ural, am Amazonenstrom und am Pikes Peak in Kolorado sich findet.

Plagioklas. a. Natronfeldspat oder Albit, $Na_2 Al_2 Si_6 O_{16}$. Triklin. Die Form der einfachen Kristalle ist der vom Orthoklas sehr ähnlich (vergl. Fig. 121 und 119), meist aber bildet er Zwillinge, die nach der Längsfläche verwachsen sind (Fig. 122); die Basisflächen bilden dann an einem Ende flach einspringende, am andern flach ausspringende Winkel. Weiß, durchsichtig oder durchscheinend, glasglänzend. Findet sich auf Klüften in Silikatgesteinen, z. B. in den Alpen und bei Striegau in Schlesien.

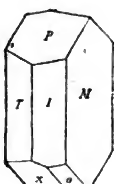
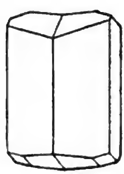


Fig. 121. Albit. Einfach. Kristall.


Fig. 122. Albit. Zwilling.

b. Kalkfeldspat oder Anorthit, $Ca Al_2 Si_2 O_8$, bildet kleine, weiße, trikline Kristalle; ist selten. Vesuv.

c. Kalknatronfeldspate sind isomorphe Mischungen

der beiden vorhergehenden und wie diese triklin kristallisiert, besonders häufig auch derb. Das Charakteristische für die derben Massen ist, daß die Zwillingsbildung nach der Längsfläche sich vielmals wiederholt, so daß die Hauptspaltfläche (oP) gestreift erscheint; sie heißen deswegen auch gestreifte Feldspate, im Gegensatz zum ungestreiften monoklinen Orthoklas. Die Streifen laufen der von den beiden Spaltflächen gebildeten Kante parallel, jeder Streifen entspricht einem dünnen Individuum, das zu den beiden benachbarten in Zwillingsstellung sich befindet. Je nachdem diese Feldspate mehr oder weniger Natron enthalten, unterscheidet man Oligoklas, Labradorit u. a. Der Labradorit zeigt bisweilen in gewissen Richtungen lebhaft schillernde Farben, besonders blau und grün, und ist dann ein schleifwürdiger Edelstein. Sind wesentliche Gemengteile von Basalt, Melaphyr, Diabas, Gabbro und andern Gesteinen und deswegen auf der Erde sehr verbeitet. Der farbenschillernde Labradorit kommt von der Labradorküste in Nordamerika.

Leuzit ist Kali-Tonerde-Silikat, $K_2Al_2Si_4O_{12}$, die Kristalle haben reguläre Form, immer Ikositetraeder (2 O 2, Fig. 9); sie sind weiß oder grau, glasglänzend mit muschligem Bruch. Die Oberfläche der Kristalle ist meist rauh. H. = $5^1/_2$ bis 6. G. = 2,5. Findet sich eingewachsen in den Laven des Vesuvs, auch in Basalten und Phonolithen anderer Gegenden.

Nephelin ist Natron-Tonerdesilikat, $Na_2 Al_2 Si_2 O_8$; hexagonale Kristalle, begrenzt von Prisma und Basis (Fig. 40). H. = 6, G. = 2,6. Weiß oder grau, glasglänzend. Das Pulver gibt, mit Salzsäure übergossen, gallertartige Masse (es „gelatiniert“). Ist Bestandteil von manchen Basalten; aufgewachsene Kristalle finden sich am Vesuv (der Somma), in früher vom Vulkan ausgeworfenen Kalkblöcken. Eine derbe fettglänzende, trübe, rote oder grüne Varietät, der Eläolith, ist Bestandteil mancher Syenite, namentlich Norwegens.

Sodalithgruppe.

Die zu dieser Gruppe gehörigen Mineralien sind: Sodalith, Nosean, Hauyn und Lasurstein; es sind Natron-Tonerde-Silikate, die Chlor oder Schwefel enthalten und in regulären Rhombendodekaedern kristallisieren. Sodalith ist chlorhaltig ($3\,Na_2Al_2Si_2O_8 . 2\,NaCl$), meist farblos, aber auch blau, Nosean schwefelhaltig ($3\,Na_2Al_2Si_2O_8 . Na_2SO_4$), meist braun, Hauyn enthält neben Natron noch Kalk, ist gleichfalls schwefelhaltig, meist blau; alle drei finden sich in Eruptivgesteinen am Laacher See, am Vesuv usw. Der Lasurstein oder Lapislazuli ist dunkelblau, undurchsichtig, bildet sehr feinkörnige, fast dichte Massen, die oft mit Körnchen von gelbem Schwefelkies und von Kalkspat durchsetzt sind. Findet sich in Zentralasien und wird zu Schmuckgegenständen verarbeitet; das reine Material lieferte früher eine sehr wertvolle blaue Farbe, die jetzt durch das künstliche Ultramarin ersetzt wird.

Zeolithgruppe.

Die Zeolithe sind wasserhaltige Silikate, die bei der Verwitterung der bisher genannten Kalk- und Natronsilikate entstehen und meist in Blasenräumen und auf Klüften von Eruptivgesteinen sich finden. Erhitzt man sie in einem unten zugeschmolzenen Glasröhrchen, so werden sie durch Wasserverlust trüb und matt, das Wasser schlägt sich an den Wänden des Röhrchens in Tropfen nieder. Beim Erhitzen schäumen sie auf, daher ihr Namen (Siedesteine). Alle werden durch Salzsäure zersetzt.

Analzim, $Na_2Al_2Si_4O_{12} . 2\,H_2O$, regulär, Ikositetraeder (2 O 2 Fig. 9) oder Würfel mit Ikositetraeder ($\infty O \infty . 2 O 2$). Durchsichtig und farblos oder fast undurchsichtig und weiß oder rötlich; glasglänzend. H. = $5^1/_2$, G. = 2,2. Cyklopeninseln bei Catania (farblos), Südtirol (fleischrot).

Natrolith, $Na_2Al_2Si_3O_{10} . 2\,H_2O$, rhombisch; die Kristalle,

begrenzt von Prisma und Pyramide, sehen wie quadratisch aus; meist in weißen oder gelben, faserigen und strahligen Aggregaten. Durchsichtig bis undurchsichtig. An der Lichtflamme leicht schmelzbar. H. = $5^1/_2$, G. = 2,2. Gelbe Schnüre am Hohentwiel in Württemberg; weiße Aggregate bei Aussig in Böhmen, in den hessischen und andern Basalten und Phonolithen sehr häufig.

Chabasit ist wasserhaltiges Kalk-Tonerdesilikat, kristallisiert in schönen Rhomboedern (ähnlich Fig. 47), die oft Durchwachsungszwillinge bilden. Farblos, weiß oder rot, durchsichtig oder durchscheinend, glasglänzend. H. = $4^1/_2$, G. = 2,1. Besonders schön in blasigem Basalt bei Nidda am Vogelsberg, in Melaphyr bei Oberstein, in Phonolith bei Aussig in Böhmen; überhaupt häufig.

Harmotom und **Phillipsit** sind einander sehr ähnlich; sie bilden meist weiße, trübe, selten durchsichtige Kristalle, die rhombisch, quadratisch oder gar regulär aussehen, aber monoklin sind und durch vielfache versteckte Zwillingsbildung jene einfachen Formen nachahmen. Auch deutliche Durchkreuzungszwillinge sind nicht selten, wegen deren Form beide Mineralien auch Kreuzstein genannt werden. H. = $4^1/_2$. Sie unterscheiden sich durch ihre Zusammensetzung: Harmotom ist Baryum-, Phillipsit Calcium-Tonerdesilikat mit Wasser. Ersterer findet sich im Harz, bei Oberstein usw., Phillipsit im Vogelsberg, bei Marburg usw. Hierzu gehört ferner der meist in garbenförmigen Aggregaten kristallisierende Desmin von Andreasberg, den Faröer, Island 2c. Der nach einer Richtung leicht spaltbare, auf der Spaltfläche ($\infty P \grave{\infty}$) perlmutterglänzende weiße oder rote Blätterzeolith oder Heulandit ist wasserhaltiges Kalk-Tonerdesilikat und bildet monokline, immer einfache Kristalle. H. = $3^1/_2$ bis 4, G. = 2,2, Tirol, Faröer, Island.

Apophyllit ist wasserhaltiges Kalksilikat, ohne Tonerde,

aber mit Fluorkalium: 4 (H_2 Ca Si_2 O_6. H_2 O). K Fl. Die quadratischen Kristalle sind begrenzt von Prisma zweiter Stellung ($\infty P \infty$), Pyramide erster Stellung (P) mit und ohne Basis (o P). (Fig. 61 stellt z. B. die Kombination $\infty P \infty$. P. o P vor.) Leicht spaltbar nach der Basis, auf der Spaltfläche perlmutterglänzend. Durchsichtig oder durchscheinend, farblos, weiß oder rosa. H. = $4^1/_2$, G. = 2,2. Andreasberg am Harz liefert die schönsten, Poonah in Ostindien die größten Kristalle.

Kaolin und Ton. Wenn die Mineralien der Feldspatgruppe, besonders Orthoklas, bei der Verwitterung ihre alkalischen Bestandteile verlieren, so bleibt nur Tonerde und Kieselsäure zurück, die zusammen mit Wasser Kaolin, H_4 Al_2 Si_2 O_9, bilden. Reiner Kaolin ist weiß, erdig, weich und unschmelzbar; bildet mit Wasser angerührt eine plastische Masse, die beliebig geformt werden kann. Auf diesen Eigenschaften beruht die Anwendung des Kaolins zu Porzellan, er heißt daher auch Porzellanton. Findet sich bei Meißen in Sachsen, bei Halle und an andern Orten.

Ton ist ein durch Beimengungen verunreinigter Kaolin; er ist grau, gelb, rot, mit Wasser angerührt plastisch. Ist das Rohmaterial für Steingut, Pfeifen (Pfeifenton), irdene Gefäße (Töpferton), feuerfeste Steine.

Lehm ist ein an Kalk, Sand und Eisen reicher Ton von gelber Farbe. Wird zu Ziegeln gebrannt.

Augit- oder Pyroxengruppe.

Zu dieser Gruppe gehören rhombische, monokline und ein triklines Mineral, die alle Spaltbarkeit nach einem Prisma besitzen. Am wichtigsten sind die monoklinen Glieder, besonders der eigentliche Augit, den wir daher an die Spitze stellen.

Augit ist ein Kalk-Magnesiasilikat mit Eisen und Tonerde, kristallisiert monoklin. Die Kristalle sind begrenzt vom Prisma (∞P), der Längsfläche ($\infty P \breve{\infty}$), Querfläche ($\infty P \bar{\infty}$) und einem Längsprisma oder einer Pyramide (Fig. 123), deren Flächen auch als augitisches Paar bezeichnet werden. Zwillinge, nach der Querfläche verwachsen (Fig. 124), sind häufig. Spaltbar nach dem Prisma (∞P), ziemlich unvollkommen; dunkelgrün oder dunkelbraun, fast schwarz. H. = 5 bis 6, G. = 3,3. Ist wesentlicher Gemengteil vieler Gesteine (Basalt, Melaphyr, Diabas); ringsum ausgebildete Kristalle werden bisweilen von Vulkanen (Ätna, Vesuv) ausgeworfen oder finden sich in vulkanischen Tuffen (Böhmen, Rhön, Eifel). Aufgewachsene Kristalle finden sich in Klüften der Alpen usw.

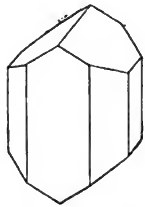


Fig. 123. Augit. Einfacher Kristall.

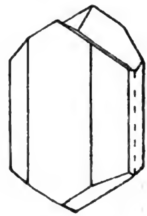


Fig. 124. Augit. Zwilling.

Monokline Glieder der Pyroxengruppe sind noch: der farblose oder lauchgrüne, durchsichtige *Diopsid*, $Ca\,Mg\,Si_2\,O_6$, ohne Tonerde, der, von Granat und Chlorit begleitet, in den Alpen sich findet. Ferner der nach einer Richtung sehr leicht spaltbare, braune, metallisch schimmernde *Diallag*, der mit Labradorfeldspat wesentlicher Gemengteil des Gabbro ist, und auch der weiße, fast immer derbe, strahlige oder blättrige *Wollastonit*, $Ca\,Si\,O_3$.

Rhombische, tonerdefreie Glieder der Pyroxengruppe sind *Enstatit*, $Mg\,Si\,O_3$, *Bronzit* und *Hypersthen*, $(Mg, Fe)\,Si\,O_3$, die sich wesentlich nur durch den Eisengehalt unterscheiden; sie finden sich eingewachsen in Gesteinen. Enstatit ist meist licht gefärbt mit Perlmutterglanz, Bronzit und Hypersthen sind dunkelbraun mit metallischem Schimmer

auf den Spaltflächen. Alle drei sind meist derb. Das trikline Glied heißt Rhodonit oder Mangankiesel, ist kieselsaures Mangan, $Mn\,Si\,O_3$, fleischrot, meist derb; findet sich im Harz, Ural und wird zu Kunstgegenständen verarbeitet.

Hornblende- oder Amphibolgruppe.

Hornblende enthält dieselben Bestandteile wie Augit und ist gleichfalls monoklin. Die Kristalle sind begrenzt vom Prisma (∞P), der Längsfläche ($\infty P \grave{\infty}$), einer Pyramide und der Basis (Fig. 125). Zwillinge nach der Querfläche sehen aus wie hemimorphe Kristalle, haben an dem einen Ende vier, an dem andern nur zwei Flächen. Recht vollkommen nach dem Prisma spaltbar, die Spaltflächen lebhaft glänzend. Farbe dunkelgrün oder braun, immer fast schwarz. H. $= 5^1/_2$ bis 6. G. $= 3{,}1$. Gemengteil von Diorit, Syenit, Trachyt, auch in Basalt. Kristalle in Tuffen des Vogelbergs, der Rhön, des Siebengebirges, Westerwalds, Böhmens.

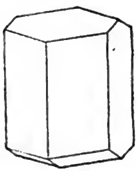


Fig. 125. Hornblende.

Monokline tonerdefreie Glieder der Amphibolgruppe sind der weiße Tremolit und der grüne Strahlstein, $Ca\,Mg_3\,Si_4\,O_{12}$, beide säulenförmig, in Kalk oder Schiefer eingewachsen, in den Alpen häufig. Nephrit ist dichter, verworrenfaseriger, zäher Strahlstein, von hellgrüner oder grauer Farbe; er wurde in vorhistorischen Zeiten als Werkzeug und Waffe benutzt und findet sich besonders im Kuen-Lun-Gebirge, ganz untergeordnet bei Jordansmühl in Schlesien. Der ähnliche Jadeit ist ein feinkörniger natronreicher Pyroxen, wird besonders in Oberbirma gewonnen und in China zu allerhand Ziergegenständen verarbeitet. Asbest ist sehr feinfaserige, weiße, biegsame Hornblende; wird zu unverbrennbaren Geweben verarbeitet (Bergflachs).

Die Unterschiede zwischen Hornblende und Augit liegen in der Spaltbarkeit, die bei Hornblende viel deutlicher ist; der Winkel des Spaltungsprisma ist bei Augit fast ein Rechter (87°), bei Hornblende stumpf (124°); der Querschnitt durch Augit ist achtseitig, durch Hornblende sechsseitig. Bei Augitzwillingen treten am einen Ende scharf einspringende Winkel auf, bei Hornblendezwillingen fehlen solche einspringende Winkel. Das spez. Gewicht von Augit (3,3) ist höher als das von Hornblende (3,1). In Augit ist das Calciumsilikat mit dem Magnesiumsilikat in dem Verhältnis 1 : 1 verbunden, in Hornblende in dem Verhältnis 1 : 3.

Olivin ist eine isomorphe Mischung von kieselsaurer Magnesia mit kieselsaurem Eisenoxydul, $(Mg\,Fe)_2\,Si\,O_4$. Findet sich in rhombischen Kristallen (Fig. 126 n Vertikalprisma, M Querfläche, T Längsfläche, d Querprisma, k Längsprisma, o Pyramide und oben die Basis), häufiger aber in unregelmäßigen Körnern. Gelbgrün, durchsichtig oder durchscheinend, glasglänzend, nach einer Richtung spaltbar. Bruch meist uneben. H. = $6^1/_2$ bis 7, G. = 3,4. Verwittert leicht zu Serpentin; große Pseudomorphosen von Serpentin nach Olivin sind von Snarum in Norwegen bekannt. Olivin ist Bestandteil des Basalts und in ihm in kleinen Kristallen oder Körnern, manchmal auch in größeren körnigen Aggregaten ausgeschieden; auch Bestandteil von Melaphyr und vielen Diabasen, also ein sehr verbreitetes Mineral; ein Gestein, der Olivinfels, besteht fast ganz aus Olivin. Der durchsichtige, klare Olivin (Chrysolith oder Peridot) findet als Edelstein Verwendung und kommt hauptsächlich aus Oberägypten.

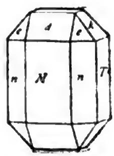


Fig. 126. Olivin.

Glimmergruppe.

Die Mineralien der Glimmergruppe sind nach einer Richtung sehr vollkommen spaltbar und elastisch biegsam; die Spaltfläche hat Perlmutterglanz. Es sind Tonerdesilikate, die außer Tonerde und Kieselsäure entweder vorwiegend Kali, Magnesia oder Lithion enthalten und hiernach als Kali-, Magnesia- und Lithionglimmer unterschieden werden können; sie enthalten außerdem noch Wasser und Fluor, die dunklen auch Eisen, so daß ihre Zusammensetzung sehr kompliziert ist. Alle sind monoklin, obwohl die Kristalle wie hexagonal aussehen; viel häufiger als Kristalle sind unregelmäßig begrenzte Blättchen oder schuppige Aggregate. H. = 2 bis $2^1/_2$.

Kaliglimmer (Muskovit) ist meist hellgelb gefärbt, nahezu farblos, auch bräunlich und grünlich; durchsichtig. Wesentlicher Bestandteil von Granit, Gneis und Glimmerschiefer; findet sich manchmal (im Ural, in Nordamerika) in großen Tafeln, die wegen ihrer Durchsichtigkeit und leichten Spaltbarkeit hier und da wie Fensterglas und wegen ihrer Widerstandsfähigkeit gegen Hitze vielfach an Öfen und Lampen benutzt werden; solcher durchsichtige Glimmer wird auch Marienglas genannt.

Magnesiaglimmer (Biotit) ist durch Eisengehalt meist dunkel, braun oder grün; in dünnen Spaltblättchen immer durchsichtig. Ist als Gemengteil von Gesteinen (Granit, Gneis, Glimmerschiefer, Trachyt) sehr verbreitet und zeigt öfters als Kaliglimmer regelmäßigen sechsseitigen Umriß.

Lithionglimmer (Lepidolith) bildet meist rosenrote schuppige Aggregate; schmilzt ziemlich leicht und färbt eine nicht leuchtende Gas- oder Spiritusflamme purpurrot. Findet sich bei Penig in Sachsen, Rozena in Mähren, im Ural, im Staate Maine in den Vereinigten Staaten; dient zur Darstellung von Lithionverbindungen. Ein eisenhaltiger

brauner Lithionglimmer, der mit Zinnstein bei Zinnwald im Erzgebirge sich findet, heißt Zinnwaldit.

Chloritgruppe.

Die Mineralien dieser Gruppe sind gleichfalls nach einer Richtung sehr vollkommen spaltbar, aber gemein biegsam und dunkelgrün gefärbt, mit einem Stich ins Blaue. H. = 1 bis 2. Es sind magnesia- und eisenhaltige Tonerdesilikate mit Wasser, zum Unterschied gegen Glimmer frei von Alkalien. Ihrer Form nach scheinen sie ebenfalls hexagonal zu sein, sie sind aber wahrscheinlich alle monoklin. Die deutlichen Kristalle nennt man Pennin und Klinochlor, sie finden sich auf Klüften im Chloritschiefer an mehreren Orten in den Alpen. Die feinschuppigen Aggregate nennt man Chlorit, sie hauptsächlich bilden den in großen Massen auftretenden Chloritschiefer.

Talk-Serpentingruppe.

Talk ist wasserhaltiges Mangnesiasilikat, $H_2 Mg_3 Si_4 O_{12}$. Die derben, blättrigen Massen sind nach einer Richtung sehr vollkommen spaltbar, gemein biegsam und wegen der geringen Härte (H. = 1) fettig anzufühlen. Weiß oder hellgrün, perlmutterglänzend, dünne Spaltblättchen sind durchsichtig. Talk bildet blättrige, schuppige und dichte Aggregate und findet sich in großen Massen, den Talkschiefer bildend, in den Alpen. Weißer, dichter Talk heißt Speckstein; er wird durch Brennen hart und liefert das beste Material für die Brenner der Gaslampen. Unreiner Talk heißt Topfstein, weil er sich zu Töpfen verarbeiten läßt. Dichter Talk ist auch der meiste Bildstein oder Agalmatolith, aus dem in China allerhand Figuren geschnitzt werden.

Meerschaum ist ebenfalls wasserhaltiges Magnesiasilikat; bildet weiße, feinerdige, milde, poröse Knollen und findet

sich hauptsächlich in Kleinasien. Wird zu Pfeifenköpfen und Zigarrenspitzen verarbeitet.

Serpentin ist gleichfalls wasserhaltiges Magnesiasilikat, $H_4 Mg_3 Si_2 O_9$, mit mehr oder weniger Eisenoxydul. Bildet ebensowenig wie Talk und Meerschaum Kristalle, sondern meist dichte Massen von grüner oder gelblicher Farbe, oft heller und dunkler gefleckt und gebändert; durchscheinend, meist undurchsichtig. G. = 2,7, H. = 3 bis 4. Läßt sich polieren und auf der Drehbank verarbeiten. Serpentin ist sehr verbreitet und findet sich oft in großen Massen, ist aber immer aus andern Magnesiasilikaten, besonders aus Olivin, bei deren Verwitterung entstanden. Der dichte, dunkelfarbige Serpentin ist der gemeine Serpentin; hell gefärbten gelben nennt man edlen Serpentin; feinfaserige, seidenglänzende Aggregate nennt man Chrysotil, reine, hellgrüne, dichte Massen Pikrolith. Große Massen von gemeinem Serpentin finden sich in Sachsen und werden zu mancherlei Gegenständen, wie Reibschalen, Wärmsteinen, Lampen, kleineren Skulpturen usw., verarbeitet.

Ein weiteres wasserhaltiges Magnesiasilikat ist der grüne amorphe, erdige Garnierit von Neu-Kaledonien, der wegen seines hohen Nickelgehalts eins der wichtigsten Nickelerze geworden ist.

Granatgruppe.

Granat ist der Name für eine Reihe isomorpher Mineralien, die nach ihrer Zusammensetzung und Farbe verschieden, in ihrer Form aber gleich sind. Sie enthalten neben Kieselsäure entweder Tonerde (Tongranat) oder Eisenoxyd (Eisengranat), und außerdem Kalk, Eisenoxydul oder seltner Magnesia und Mangan, wonach man sie als Kalktongranat, Eisentongranat, Kalkeisengranat usw. unterscheiden kann. Die meisten Granaten sind isomorphe Mischungen dieser Granatverbindungen. Alle kristallisieren regulär, besonders als

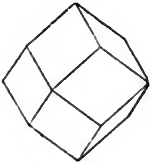


Fig. 127.

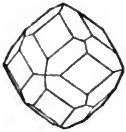


Fig. 128.

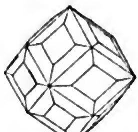


Fig. 129.

Granat.

Rhombendodekaeder (Granatoeder Fig. 127), oder die Kombinationen von diesem mit Ikositetraeder (Fig. 128) und 48-Flächner (Fig. 129). Die Farbe ist meist rot in verschiedenen Nuancen, aber auch weiß, grün und schwarz. Durchsichtig bis undurchsichtig, glasglänzend. H. = 7 bis 8. Das spezifische Gewicht ist verschieden, aber immer über 3,4. Die durchsichtigen Granaten finden als Edelstein Verwendung, die früher fast ausschließlich geschliffenen roten Granaten hießen Karfunkelstein. Man unterscheidet jetzt die folgenden wichtigsten Varietäten.

Almandin, bläulichrot; oft große Kristalle eingewachsen in Glimmer- und Chloritschiefer; der durchsichtige Edelstein findet sich als Geschiebe auf Ceylon und in Indien. Pyrop, blutrot, rundliche Körner, in Serpentin eingewachsen oder lose, finden sich und werden geschliffen in Böhmen (Böhmische Granaten). Ähnlich ist der in den Diamantlagern Südafrikas vorkommende, Kaprubin genannte Granat. Gelbrot ist der Hessonit oder Kaneelstein, der schön kristallisiert mit Diopsid in den Südalpen, als Geschiebe auf Ceylon sich findet. Grüne Granaten sind der Grossular vom Wiluifluß in Sibirien, der in Knollen vorkommende Demantoid und der Chromgranat. Schwarzer Granat ist der Melanit, der in vulkanischen Gesteinen am Kaiserstuhl und im Albaner Gebirge sich findet. Weißer oder hellgelber Granat findet sich im Marmor von Auerbach an der Bergstraße, ist aber selten.

Beryll besteht aus Kieselsäure, Tonerde und der seltenen Beryllerde. Die hexagonalen Kristalle sind begrenzt von Prisma, Pyramiden erster und zweiter Stellung, dihexagonalen Pyramiden und der Basis. Durchsichtig oder durchscheinend, mit Glasglanz. H. = 7 1/2, G. = 2,7. Spaltbar nach der Basis. Farblos, aber meist gefärbt. Nach der Farbe wird unterschieden: Gemeiner Beryll, gelb, durchsichtig oder undurchsichtig, oft in großen Kristallen, z. B. bei Bodenmais im Bayrischen Wald. Aquamarin, meergrün, blaugrün; meist auf Drusenräumen in Granit aufgewachsen, Ural, Transbaikalien, Brasilien. Smaragd, schön grasgrün, oft rissig, kommt besonders von Muso in Kolumbien, wo er in Kalk eingewachsen ist; in Glimmerschiefer eingewachsen an der Tokowaja im Ural, im Salzburgischen usw. Smaragd ist einer der wertvollsten Edelsteine; viel weniger wertvoll ist Aquamarin und der gelbe oder farblose Beryll.

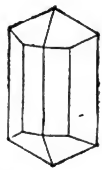
Kieselzinkerz (Kieselgalmei) ist wasserhaltiges, kieselsaures Zink, $H_2Zn_2SiO_5$, kristallisiert rhombisch, in kleinen farblosen, glasglänzenden hemimorphen Kristallen. (Fig. 130, Vertikalprisma mit großer Längsfläche und oben: 2 Querprismen, ein Längsprisma und Basis, unten: eine Pyramide.) Meist derb in faserigen und dichten Aggregaten mit nierenförmiger Oberfläche und dann trüb, weiß, gelb, grau. H. = 5, G. = 3,4. Findet sich bei Aachen, in Kärnten und an andern Orten, oft zusammen mit wasserfreiem kieselsauren Zink, dem Willemit (Zn_2SiO_4), der in kleinen, glasglänzenden, gelben hexagonalen Prismen kristallisiert. Wird auf Zink verhüttet.



Fig. 130. Kieselzinkerz. Hemimorpher Kristall.

Topasgruppe.

Topas besteht aus Kieselsäure, Tonerde und Fluor, $5Al_2 SiO_5 . Al_2 SiFl_{10}$. Kristallisiert rhombisch; die stets aufgewachsenen und darum meist nur an einem Ende ausgebildeten Kristalle sind begrenzt von zwei Prismen (∞P, $\infty P \breve{2}$), deren Flächen vertikal gestreift sind, von Pyramiden (P, $\frac{2}{3}P$), der Basis ($o P$) und Längsprismen ($2 P \breve{\infty}$); eine einfache Kombination ist in Figur 131 abgebildet, die beiden Vertikalprismen mit einer Pyramide. Farblos, hell- und dunkelgelb, grünlich oder bläulich; glasglänzend, durchsichtig oder durchscheinend. Spaltbar nach der Basis. H. = 8, G. = 3,5. Die wichtigsten Fundorte sind: Schneckenstein in Sachsen (hell weingelb), Brasilien (dunkel weingelb), Ural und Sibirien (farblos, meergrün und bläulich). Der gelbe Brasilianer Topas wird durch Glühen zart rosarot. Die durchsichtigen Topase sind geschätzte Edelsteine; indes die meisten Steine, die im Handel Topas heißen, gehören zu Bergkristall (Rauchtopas, Goldtopas, spanischer Topas, gebrannter Amethyst); am geringeren spezifischen Gewicht kann man sie leicht von echtem Topas unterscheiden.


Fig. 131. Topas von Brasilien.

Andalusit ist kieselsaure Tonerde, $Al_2 SiO_5$. Bildet rhombische, säulige Kristalle (∞P, $o P$), die durchsichtig und grün oder rötlich oder undurchsichtig und grau oder gelb sind; glasglänzend. H. = $7^1/_2$, G. = 3,2. An der Oberfläche oft in hellen Glimmer umgewandelt. Der in Tonschiefer eingewachsene enthält oft dunkle Teilchen eingeschlossen, die in Querschnitten als schwarzes Kreuz hervortreten, er heißt dann Chiastolith und wird als Amulett in manchen Ländern (Spanien, Frankreich) getragen. Andalusit findet sich in Tirol, Andalusien usw., Chiastolith in Nordspanien, bei Gefrees im Fichtelgebirge, in Massachusetts. Grüne, durch-

sichtige Andalusitkörner aus Brasilien werden als Edelstein benutzt.

Dieselbe Zusammensetzung wie Andalusit hat der blaue Cyanit oder Disthen, der in einzelnen Säulen und strahligen Aggregaten im Glimmerschiefer der Alpen, besonders am Gotthard, sich findet; er ist triklin; die Härte wechselt auf verschiedenen Flächen zwischen $4^1/_2$ und 7. Der kompliziert zusammengesetzte rhombische, braune und undurchsichtige Staurolith bildet häufig charakteristische Durchkreuzungszwillinge.

Turmalin ist ein sehr kompliziert zusammengesetztes borhaltiges Tonerdesilikat, kristallisiert hexagonal-rhomboedrisch und ist hemimorph, womit das Auftreten von einem dreiseitigen Prisma zusammenhängt; der in Figur 132 abgebildete Kristall ist begrenzt von einem drei- und einem sechsseitigen Prisma, oben und unten von je zwei Rhomboedern, die aber am obern Ende steiler sind als am untern. Durchsichtig bis undurchsichtig, verschieden gefärbt, farblos, rot, grün, braun und schwarz (Schörl), die durchsichtigen sind stark dichroitisch (vergl. S. 55); nicht zu verwechseln damit ist die Erscheinung, daß ein Kristall an verschiedenen Stellen verschieden gefärbt ist, z. B. findet man eine grüne Hülle um einen roten Kern oder helle Kristalle mit dunklem Ende (Mohrenköpfe) oder andere, die an dem einen Ende rot, an dem andern grün oder farblos sind. Durch Reiben und Erhitzen oder Abkühlen werden sie stark elektrisch und vermögen Staubteilchen anzuziehen. H. = 7, G. = 2,9 bis 3,2. Der schwarze Turmalin ist in Graniten sehr verbreitet, der als Edelstein benutzte grüne, rosarote und farblose kommt aus Brasilien, dunkelroter aus dem Ural. Hell-

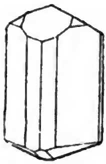


Fig. 132. Turmalin. Hemimorpher Kristall.

grüne finden sich am Gotthard, farblose und Mohrenköpfe auf Elba usw. Durchsichtiger Turmalin wird in der neueren Zeit mehr als früher als Edelstein geschliffen; seine bald zarte, bald satte Färbung, starke Lichtbrechung, lebhafter Glanz zeichnen ihn vor vielen andern aus.

Anhangsweise nennen wir einige weniger wichtige Silikate:

Cordierit (Dichroit), rhombisch, meist Körner in Gneis. Bläulich, glasglänzend, durchsichtig, in dicken Stücken deutlich dichroitisch, blau und gelb. H. = $7^1/_2$, G. = 2,7. Klare Stücke von Ceylon werden als Edelstein verwertet (heißen im Handel Luchssaphir).

Prehnit, rhombische Tafeln, meist zu fächer- oder kugelförmigen Aggregaten vereinigt. Glasglänzend, gelbgrün, durchscheinend. H. = $6^1/_2$.

Pistazit (Epidot), monokline, säulenförmige Kristalle. Dunkelgelbgrün (pistaziengrün), glasglänzend, durchsichtig oder durchscheinend. H. = $9^1/_2$. Die schönsten Kristalle kommen von der Knappenwand im Untersulzbachtal (im Pinzgau).

Vesuvian, ausgezeichnet quadratische Kristalle, Kombination von Prisma und Pyramide erster Stellung mit Prisma zweiter Stellung und Basis ist häufig, die Kristalle sind oft sehr flächenreich. Grün und braun, durchsichtig oder durchscheinend, glasglänzend. H. = 7. Schöne Kristalle kommen vom Wiluifluß in Sibirien, Vesuv, Alatal in Oberitalien, Predazzo in Südtirol, Egg bei Christiansand in Norwegen usw.

Axinit, triklin, scharfwinklige, keilförmige Kristalle, braun, durchsichtig, glasglänzend. H. = 7. Bourg d'Oisans im Dauphiné.

Datolith, monokline Kristalle, farblos, glasglänzend, durchsichtig. H. = 5 bis $5^1/_2$. Andreasberg am Harz, Seißer Alp in Tirol.

XII. Klasse. Harze.

Bernstein ist ein Harz, das aus vorweltlichen Nadelhölzern (Pinites succinifer) geflossen ist. Seine Farbe ist gelb in verschiedenen Nuancen, er ist bald klar durchsichtig, bald wolkig getrübt bis undurchsichtig. G. = 1,1, H. = 2; spröde, aber doch auf der Drehbank leicht zu bearbeiten und gut zu polieren. Wird durch Reiben leicht elektrisch und vermag leichte Körperchen, wie Papierschnitzel, anzuziehen; da diese Eigenschaft am Bernstein, den die Alten Elektron nannten, zuerst beobachtet worden war, so wurde sie nach ihm Elektrizität genannt. Der klare Bernstein enthält bisweilen wohl erhaltene Insekten eingeschlossen, die aussehen, als wären sie erst vor kurzer Zeit von der schützenden Masse umhüllt. Er kommt hauptsächlich aus den preußischen Ostseeländern und findet sich in Form von größeren und kleineren Knollen ursprünglich in einem bläulichgrünen Sand, der sogen. blauen Erde; durch den Wellenschlag des Meeres wird er aus dem Sand herausgespült und an dem Strand der Ostsee an das Land geworfen. Gewonnen wird er in Bergwerken bei Palmnicken nördlich von Pillau oder aus dem Grund des Kurischen Haffes durch Baggern, oder auf der See und am Strand durch Auffischen und Sammeln der losen Stücke. Benutzt wird Bernstein zu Zigarren- und Pfeifenspitzen und zu Schmucksachen; die trüben, kleinen Körner zum Räuchern, zur Herstellung von Bernsteinfirnis und andern Zwecken.

Erdöl, Asphalt und die Kohlen sind in dem Bändchen „Geologie“ dieser Sammlung besprochen worden. Da sie nicht zu den Mineralien gehören, können wir sie hier übergehen.

Alphabetisches Register.

(Fortf. nächste Seite!)

3. **Mineralien-Sammlungen für Schulen und zum Selbststudium.** A) Allgemeine Sammlungen zu je 50 — 100 — 150 — 250 und 300 Mineralien in verschiedener Größe und Ausstattung. B) Sammlungen von Mineralien in stufenweiser Ergänzung zusammengesetzt von Prof. Dr. R. Brauns in Kiel. C) Kennzeichen-Sammlungen zur Demonstration der allgemeinen Eigenschaften der Mineralien. Sammlungen von je 100 — 200 und 300 Mineralien. D) Sammlungen von losen Kristallen: 1. Normalsammlung von 50 losen Kristallen; 2. Sammlung von 100 losen Kristallen, enthaltend die wichtigsten holoedrischen und hemiedrischen Kristallformen; 3. Größere Lehrsammlung von 150 Kristallen; 4. Sammlung von 45 charakteristischen Zwillingskristallen. E) Sammlungen von Mineralfragmenten zu Löthrohrversuchen: 1. Sammlung von 105 Mineralien in Fragmenten; 2. Sammlungen von 132 bezw. 100 Mineralien in Fragmenten zusammengestellt von Prof. Dr. Franz Toula in Wien. 7. Edelstein-Sammlung (80 Edelsteine und Schmucksteine in natürlichem Zustande, geordnet nach der Edelsteinkunde von Prof. Dr. M. Bauer in Marburg). G) Sammlungen von Edelstein-Modellen: 1. Modelle der berühmtesten geschliffenen Diamanten; 2. Brillant-Größenmodelle nach Karatgewicht; 3. Diamant-Schliff-Modelle; 4. Edelstein-Kristall-Modelle; 5. Edelstein-Schliff-Modelle (die gebräuchlichsten Schliffformen der Edelsteine in feinstem Kristallglas nachgebildet und naturgetreu gefärbt).
4. **Mineralpräparate für optische Zwecke.** A) Kleine Auswahl von Kristallplatten, die sich zur Beobachtung mit der Turmalinzange gut eignen. B) Kleine Sammlung von orient. Mineralschliffen d. petrographisch wichtigsten Mineralien.
5. **Sammlungen von Metallen und chemischen Elementen** zur Erläuterung der hauptsächlichsten Metalllegierungen, des spezifischen Gewichts der Metalle, der wichtigsten Eisen- und Stahlsorten usw.
6. **Gipsmodelle von Meteoriten und Goldklumpen.**
7. **Mineralogisch-petrographische Apparate und Utensilien.** Mikroskope, Lupen, Goniometer, Geognosierkompasse, Lötrohrapparate und Lötrohre, Schneide- und Schleif-Apparate, Utensilien für die Herstellung von Dünnschliffen, Schreib- und Schneide-Diamanten, Poliermittel, Apparate für die mechanische Gesteins-Analyse, für die mikrochemische Analyse, zur Bestimmung des spezifischen Gewichts usw. Steinhämmer und Steinmeißel, Gesteins-Quetschmaschine, Werkzeuge und Utensilien zum Präparieren von Mineralien und Fossilien. Strichtafeln, Pappkästchen, Präparatengläser, Tragnetze für den Gebrauch auf Exkursionen.

Kristallmodelle **aus Birnbaumholz, Tafelglas und Pappe.** Unterrichtssammlungen von 50 Holzkristallmodellen nach der vorliegenden kleinen Mineralogie von Prof. Dr. R. Brauns. Achsenkreuze aus Holz und aus Metall, Kristallmodellhalter usw. usw.

Kleine naturwissenschaftliche Bibliothek

aus der „Sammlung Göschen"

Jedes Bändchen gebunden 80 Pfg.

Anthropologie:

Der menschliche Körper, sein Bau und seine Tätigkeiten von E. Rebmann, Oberrealschuldirektor in Freiburg i. B. Mit Gesundheitslehre von Dr. med. H. Seiler. Mit 47 Abbildungen und 1 Tafel. Nr. 18.

Völkerkunde von Dr. Michael Haberlandt, Privatdozent an der Universität Wien. Mit 56 Abbildungen. Nr. 73.

Zoologie:

Tierkunde von Dr. Franz von Wagner, Professor an der Universität Gießen. Mit 78 Abbildungen. Nr. 60.

Tierbiologie I: Entstehung und Weiterbildung der Tierwelt, Beziehungen zur organischen Natur von Dr. Heinrich Simroth, Professor an der Universität Leipzig. Mit 33 Abbildungen. Nr. 131.

— II: Beziehungen der Tiere zur organischen Natur von Dr. Heinrich Simroth, Professor an der Universität Leipzig. Mit 35 Abbildungen. Nr. 132.

Tiergeographie von Dr. Arnold Jacobi, Professor der Zoologie an der Königl. Forstakademie zu Tharandt. Mit 2 Karten. Nr. 218.

Schmarotzer und Schmarotzertum in der Tierwelt. Erste Einführung in die tierische Schmarotzerkunde von Dr. Franz von Wagner, a. o. Professor an der Universität Gießen. Mit 67 Abbildungen. Nr. 151.

Botanik:

Das Pflanzenreich. Einteilung des gesamten Pflanzenreichs mit den wichtigsten und bekanntesten Arten von Dr. F. Reinecke in Breslau und Dr. W. Migula, Professor an der Technischen Hochschule Karlsruhe. Mit 50 Figuren. Nr. 122.

Die Pflanze, ihr Bau und ihr Leben von Oberlehrer Dr. E. Dennert. Mit 96 Abbildungen. Nr. 44.

Pflanzen-Morphologie, -Anatomie und -Physiologie von Dr. W. Migula, Professor an der Technischen Hochschule Karlsruhe. Mit 50 Abbildungen. Nr. 141.

Pflanzenbiologie von Dr. W. Migula, Professor an der Techn. Hochschule Karlsruhe. Mit 50 Abbildungen. Nr. 127.

Nutzpflanzen von Professor Dr. J. Behrens, Vorsteh. d. Großherzogl. landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Augustenberg. Mit 53 Figuren. Nr. 123.

Die Pflanzenwelt der Gewässer von Dr. W. Migula, Prof. an der Technischen Hochschule Karlsruhe. Mit 50 Abbildungen. Nr. 158.

Mineralogie und verwandte Gebiete:

Mineralogie von Dr. R. Brauns, Professor an der Universität Gießen. Mit 132 Abbildungen. Nr. 29.

Geologie von Professor Dr. Eberhard Fraas in Stuttgart. Mit 16 Abbildungen und 4 Tafeln mit über 50 Figuren. Nr. 13.

Petrographie von Dr. W. Bruhns, Professor an der Universität Straßburg i. E. Mit 15 Abbildungen. Nr. 173.

Kristallographie von Dr. W. Bruhns, Professor a. d. Universität Straßburg. Mit 190 Abbildungen. Nr. 210.

Paläontologie von Dr. Rud. Hoernes, Professor a. d. Universität Graz. Mit 87 Abbildungen. Nr. 95.

Physik und Chemie:

Theoretische Physik, I. Teil: Mechanik und Akustik. Von Dr. Gustav Jäger, Professor an der Universität Wien. Mit 19 Abbildungen. Nr. 76.

— — II. Teil: Licht und Wärme. Von Dr. Gustav Jäger, Prof. an der Universität Wien. Mit 47 Abbildungen. Nr. 77.

— — III. Teil: Elektrizität und Magnetismus. Von Dr. Gustav Jäger, Prof. a. d. Universität Wien. Mit 33 Abbild. Nr. 78.

Physikalische Formelsammlung von G. Mahler, Professor am Gymnasium in Ulm. Nr. 136.

Physikalische Aufgabensammlung von G. Mahler, Prof. am Gymnasium in Ulm. Nr. 243.

Allgemeine und physikalische Chemie von Dr. Max Rudolphi, Dozent an der Technischen Hochschule in Darmstadt. Mit 22 Figuren. Nr. 71.

Stereochemie von Dr. E. Wedekind, Professor an der Universität Tübingen. Mit 34 Abbildungen. Nr. 201.

Anorganische Chemie von Dr. Jos. Klein in Mannheim. Nr. 37.

Metalloide (Anorganische Chemie I) von Dr. Oskar Schmidt, dipl. Ingenieur, Assistent an der Königl. Baugewerkschule in Stuttgart. Nr. 211.

Metalle (Anorganische Chemie II) von Dr. Oskar Schmidt, dipl. Ingenieur, Assistent an der Königl. Baugewerkschule in Stuttgart. Nr. 212.

Organische Chemie von Dr. Jos. Klein in Mannheim. Nr. 38.

Chemie der Kohlenstoffverbindungen von Dr. Hugo Bauer, Assistent am chem. Laboratorium der K. Techn. Hochschule Stuttgart. I. II: Aliphatische Verbindungen. 2 Teile. Nr. 191, 192.
— — III: Karbocyklische Verbindungen. Nr. 193.
— — IV: Heterocyklische Verbindungen. Nr. 194.

Maßanalyse von Dr. Otto Röhm in Stuttgart. Nr. 221.

Chemisch-technische Analyse von Dr. G. Lunge, Professor an der Eidgenössischen Polytechnischen Schule in Zürich. Mit 16 Abbildungen. Nr. 195.

Physiologische Chemie von Dr. med. A. Legahn in Berlin I: Assimilation. Mit 2 Tafeln. Nr. 240.
— — II: Dissimilation. Mit einer Tafel. Nr. 241.

Allgemeine chemische Technologie von Dr. Gust. Rauter in Charlottenburg. Nr. 113.

Anorganische chemische Industrie von Dr. Gust. Rauter in Charlottenburg I: Die Leblancsodaindustrie und ihre Nebenzweige. Mit 12 Tafeln. Nr. 205.

— — II: Salinenwesen, Kalisalze, Düngerindustrie und Verwandtes. Mit 6 Tafeln. Nr. 206.

— — III: Anorganische chemische Präparate. Mit 6 Tafeln. Nr. 207.

Die Teerfarbstoffe mit besonderer Berücksichtigung der synthetischen Methoden von Dr. Hans Bucherer, Privatdozent an der Königl. Techn. Hochschule Dresden. Nr. 214.

Die Industrie der Silikate, der künstlichen Bausteine und des Mörtels von Dr. Gust. Rauter I: Glas- und keramische Industrie. Mit 12 Tafeln. Nr. 233.

— — II: Die Industrie der künstlichen Bausteine und des Mörtels. Mit 12 Tafeln. Nr. 234.

Geophysik und verwandte Naturwissenschaften:

Meteorologie von Dr. W. Trabert, Professor an der Universität in Innsbruck. Mit 49 Abbildungen und 7 Tafeln. Nr. 54.

Erdmagnetismus, Erdstrom, Polarlicht von Dr. A. Nippoldt jr., Mitglied des Kgl. Preußischen Meteorologischen Instituts zu Potsdam. Mit 14 Abbildungen und 3 Tafeln. Nr. 175.

G. J. Göschen'sche Verlagshandlung
in Leipzig.

Sammlung Göschen Je in elegantem Leinwandband 80 Pf.

G. J. Göschen'sche Verlagshandlung, Leipzig.

Kartenkunde, geschichtlich dargestellt von E. Gelcich, Direktor der k. k. Nautischen Schule in Lussinpiccolo und F. Sauter, Professor am Realgymnasium in Ulm, neu bearbeitet von Dr. Paul Dinse, Assistent der Gesellschaft für Erdkunde in Berlin. Mit 70 Abbildungen. Nr. 30.

Kirchenlied. Martin Luther, Thom. Murner, und das Kirchenlied des 16. Jahrhunderts. Ausgewählt und mit Einleitungen und Anmerkungen versehen von Professor G. Berlit, Oberlehrer am Nikolaigymnasium zu Leipzig. Nr. 7.

Klimakunde I: Allgemeine Klimalehre von Professor Dr. W. Köppen, Meteorologe der Seewarte Hamburg. Mit 7 Tafeln und 2 Fig. Nr. 114.

Kolonialgeschichte von Dr. Dietrich Schäfer, Professor der Geschichte an der Universität Berlin. Nr. 156.

Kompositionslehre. Musikalische Formenlehre von Stephan Krehl. I. II. Mit vielen Notenbeispielen. Nr. 149. 150.

Kontrollwesen, Das agrikulturchemische, von Dr. Paul Krische in Göttingen. Nr. 304.

Körper, der menschliche, sein Bau und seine Tätigkeiten, von E. Rebmann, Oberschulrat in Karlsruhe. Mit Gesundheitslehre von Dr. med. H. Seiler. Mit 47 Abbildungen und 1 Tafel. Nr. 18.

Kristallographie von Dr. W. Bruhns, Professor an der Universität Straßburg. Mit 190 Abbild. Nr. 210.

Kudrun und Dietrichepen. Mit Einleitung und Wörterbuch von Dr. O. L. Jiriczek, Professor an der Universität Münster. Nr. 10.

— — siehe auch: Leben, Deutsches, im 12. Jahrhundert.

Kultur, Die, der Renaissance. Gesittung, Forschung, Dichtung von Dr. Robert F. Arnold, Privatdozent an der Universität Wien. Nr. 189.

Kulturgeschichte, Deutsche, von Dr. Reinh. Günther. Nr. 56.

Künste, Die graphischen, von Carl Kampmann, Fachlehrer a. d. k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien. Mit zahlreichen Abbildungen und Beilagen. Nr. 75.

Kurzschrift siehe: Stenographie.

Länderkunde von Europa von Dr. Franz Heiderich, Professor am Francisco-Josephinum in Mödling. Mit 14 Textkärtchen und Diagrammen und einer Karte der Alpeneinteilung. Nr. 62.

— **der außereuropäischen Erdteile** von Dr. Franz Heiderich, Prof. a. Francisco-Josephinum in Mödling. Mit 11 Textkärtchen u. Profil. Nr. 63.

Landeskunde von Baden von Prof. Dr. O. Kienitz in Karlsruhe. M. Profil, Abbildungen und 1 Karte. Nr. 199.

— **des Königreichs Bayern** von Dr. W. Götz, Professor an der Kgl. Techn. Hochschule München. Mit Profilen, Abbild. u. 1 Karte. Nr. 176.

— **von Britisch-Nordamerika** von Prof. Dr. A. Oppel in Bremen. Mit 13 Abbildungen und 1 Karte. Nr. 284.

— **von Elsaß-Lothringen** von Prof. Dr. R. Langenbeck in Straßburg i. E. Mit 11 Abbildgn. u. 1 Karte. Nr. 215.

— **der Iberischen Halbinsel** von Dr. Fritz Regel, Professor an der Universität Würzburg. Mit 8 Kärtchen und 8 Abbildung. im Text und 1 Karte in Farbendruck. Nr. 235.

— **von Österreich-Ungarn** von Dr. Alfred Grund, Privatdozent an der Universität Wien. Mit 10 Textillustration. und 1 Karte. Nr. 244.

— **des Königreichs Sachsen** v. Dr. J. Zemmrich, Oberlehrer am Realgymnas. in Plauen. Mit 12 Abbildungen u. 1 Karte. Nr. 258.

— **von Skandinavien** (Schweden, Norwegen und Dänemark) von Heinrich Kerp, Lehrer am Gymnasium und Lehrer der Erdkunde am Comenius-Seminar zu Bonn. Mit 11 Abbild. und 1 Karte. Nr. 202.

Sammlung Göschen

Je in elegantem Leinwandband **80 Pf.**

G. J. Göschen'sche Verlagshandlung, Leipzig.

Landeskunde des Königreichs Württemberg von Dr. Kurt Hassert, Professor der Geographie an der Handelshochschule in Köln. Mit 16 Vollbildern u. 1 Karte. Nr. 157.

Landwirtschaftliche Betriebslehre von Ernst Langenbeck in Bochum. Nr. 227.

Leben, Deutsches, im 12. Jahrhundert. Kulturhistorische Erläuterungen zum Nibelungenlied und zur Kudrun. Von Professor Dr. Jul. Dieffenbacher in Freiburg i. B. Mit 1 Tafel und 30 Abbildungen. Nr. 93.

Lessings Emilia Galotti. Mit Einleitung und Anmerkungen von Prof. Dr. W. Votsch. Nr. 2.

— **Minna v. Barnhelm.** Mit Anm. von Dr. Tomaschek. Nr. 5.

Licht. Theoretische Physik II. Teil: Licht und Wärme. Von Dr. Gust. Jäger, Professor an der Universität Wien. Mit 47 Abbildungen. Nr. 77.

Literatur, Althochdeutsche, mit Grammatik, Übersetzung und Erläuterungen von Th. Schauffler, Professor am Realgymnasium in Ulm. Nr. 28.

Literaturdenkmäler des 14. u. 15. Jahrhunderts. Ausgewählt und erläutert von Dr. Hermann Jantzen, Direktor der Königin Luise-Schule in Königsberg i. Pr. Nr. 181.

— **des 16. Jahrhunderts I: Martin Luther, Thom. Murner u. das Kirchenlied des 16. Jahrhunderts.** Ausgewählt und mit Einleitungen und Anmerkungen versehen von Prof. G. Berlit, Oberlehrer am Nikolaigymnasium zu Leipzig. Nr. 7.

Literaturdenkmäler des 16. Jahrhunderts II: Hans Sachs. Ausgewählt und erläutert von Prof. Dr. Jul. Sahr. Nr. 24.

— — **III: Von Brant bis Rollenhagen: Brant, Hutten, Fischart, sowie Tierepos und Fabel.** Ausgewählt und erläutert von Prof. Dr. Julius Sahr. Nr. 36.

Literaturen, Die, des Orients. I. Teil: Die Literaturen Ostasiens und Indiens v. Dr. M. Haberlandt, Privatdozent an der Universität Wien. Nr. 162.

— II. Teil: Die Literaturen der Perser, Semiten und Türken, von Dr. M. Haberlandt, Privatdozent an der Universität Wien. Nr. 163.

Literaturgeschichte, Deutsche, von Dr. Max Koch, Professor an der Universität Breslau. Nr. 31.

— **Deutsche, der Klassikerzeit** von Carl Weitbrecht, Professor an der Techn. Hochschule Stuttgart. Nr. 161.

— **Deutsche, des 19. Jahrhunderts** von Carl Weitbrecht, Professor an der Technischen Hochschule Stuttgart. I. II. Nr. 134. 135.

— **Englische,** von Dr. Karl Weiser in Wien. Nr. 69.

— — Grundzüge und Haupttypen der englischen Literaturgeschichte von Dr. Arnold M. M. Schröer, Prof. an der Handelshochschule in Köln. 2 Teile. Nr. 286. 287.

— **Griechische,** mit Berücksichtigung der Geschichte der Wissenschaften von Dr. Alfred Gercke, Prof. an der Universität Greifswald. Nr. 70.

— **Italienische,** von Dr. Karl Voßler, Professor a. d. Universität Heidelberg. Nr. 125.

— **Nordische,** I. Teil: Die isländische und norwegische Literatur des Mittelalters von Dr. Wolfgang Golther, Professor an der Universität Rostock. Nr. 254.

— **Portugiesische,** von Dr. Karl von Reinhardstoettner, Prof. an der Kgl. Techn. Hochschule i. München. Nr. 213.

— **Römische,** von Dr. Hermann Joachim in Hamburg. Nr. 52.

— **Russische,** von Dr. Georg Polonskij in München. Nr. 166.

— **Slavische,** von Dr. Josef Karásek in Wien. 1. Teil: Ältere Literatur bis zur Wiedergeburt. Nr. 277.

— — 2. Teil: Das 19. Jahrh. Nr. 278.

— **Spanische,** von Dr. Rudolf Beer in Wien. I. II. Nr. 167. 168.

Logarithmen. Vierstellige Tafeln und Gegentafeln für logarithmisches und trigonometrisches Rechnen in zwei Farben zusammengestellt von Dr. Hermann Schubert, Professor an der Gelehrtenschule d. Johanneums in Hamburg. Nr. 81.

Logik. Psychologie und Logik zur Einführung in die Philosophie von Dr. Th. Elsenhans. Mit 13 Figuren. Nr. 14.

Luther, Martin, Thom. Murner und das Kirchenlied des 16. Jahrhunderts. Ausgewählt und mit Einleitungen und Anmerkungen versehen von Prof. G. Berlit, Oberlehrer am Nikolaigymnasium zu Leipzig. Nr. 7.

Magnetismus. Theoretische Physik III. Teil: Elektrizität und Magnetismus. Von Dr. Gustav Jäger, Professor an der Universität Wien. Mit 33 Abbild. Nr. 78.

Malerei, Geschichte der, I. II. III. IV. V. von Dr. Rich. Muther, Professor an der Universität Breslau. Nr. 107—111.

Mälzerei. Brauereiwesen I: Mälzerei von Dr. Paul Dreverhoff, Direktor d. Öffentl. u. I. Sächs. Versuchsstation für Brauerei u. Mälzerei, sowie der Brauer- u. Mälzerschule zu Grimma. Nr. 303.

Maschinenelemente, Die. Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium und den prakt. Gebrauch von Fr. Barth, Oberingenieur in Nürnberg. Mit 86 Fig. Nr. 3.

Maß-, Münz- und Gewichtswesen von Dr. August Blind, Prof. an der Handelsschule in Köln. Nr. 283.

Maßanalyse von Dr. Otto Röhm in Stuttgart. Nr. 221.

Materialprüfungswesen. Einführ. i. d. mod. Technik d. Materialprüfung von K. Memmler, Diplomingenieur. Ständ. Mitarbeiter a. Kgl. Material-Prüfungsamte zu Groß-Lichterfelde. I: Materialeigenschaften. — Festigkeitsversuche. — Hilfsmittel f. Festigkeitsversuche. Mit 55 Fig. Nr. 311.

Materialprüfungswesen. Einführ. i. d. mod. Technik d. Materialprüfung von K. Memmler, Diplomingenieur. Ständ. Mitarbeiter a. Kgl. Material-Prüfungsamte zu Groß-Lichterfelde. II: Metallprüfung u. Prüfung von Hilfsmaterialien d. Maschinenbaues. — Baumaterialprüfung. — Papierprüfung. — Schmiermittelprüfung. — Einiges über Metallographie. Mit 31 Figuren. Nr. 312.

Mathematik, Geschichte der, von Dr. A. Sturm, Professor am Obergymnasium in Seitenstetten. Nr. 226.

Mechanik. Theoret. Physik I. Teil: Mechanik und Akustik. Von Dr. Gustav Jäger, Prof. an der Univ. Wien. Mit 19 Abbild. Nr. 76.

Meereskunde, Physische, von Dr. Gerhard Schott, Abteilungsvorsteher an der Deutschen Seewarte in Hamburg. Mit 28 Abbild. im Text und 8 Tafeln. Nr. 112.

Messungsmethoden, Physikalische v. Dr. Wilhelm Bahrdt, Oberlehrer an der Oberrealschule in Groß-Lichterfelde. Mit 49 Fig. Nr. 301.

Metalle (Anorganische Chemie 2. Teil) v. Dr. Oskar Schmidt, dipl. Ingenieur, Assistent an der Königl. Baugewerkschule in Stuttgart. Nr. 212.

Metalloide (Anorganische Chemie 1. Teil) von Dr. Oskar Schmidt, dipl. Ingenieur, Assistent an der Kgl. Baugewerkschule in Stuttgart. Nr. 211.

Meteorologie von Dr. W. Trabert, Professor an der Universität Innsbruck. Mit 49 Abbildungen und 7 Tafeln. Nr. 54.

Mineralogie von Dr. R. Brauns, Professor an der Universität Kiel. Mit 130 Abbildungen. Nr. 29.

Minnesang und Spruchdichtung. Walther v. d. Vogelweide mit Auswahl aus Minnesang und Spruchdichtung. Mit Anmerkungen und einem Wörterbuch von Otto Güntter, Professor an der Oberrealschule und an der Techn. Hochschule in Stuttgart. Nr. 23.

Morphologie, Anatomie u. Physiologie der Pflanzen. Von Dr. W. Migula, Prof. a. d. Forstakademie Eisenach. Mit 50 Abbild. Nr. 141.

Münzwesen. Maß-, Münz- und Gewichtswesen von Dr. Aug. Blind, Professor an der Handelsschule in Köln. Nr. 283.

Murner, Thomas. Martin Luther, Thomas Murner und das Kirchenlied des 16. Jahrh. Ausgewählt und mit Einleitungen und Anmerkungen versehen von Prof. G. Berlit, Oberl. am Nikolaigymn zu Leipzig. Nr. 7.

Musik, Geschichte der alten und mittelalterlichen, von Dr. A. Möhler. Mit zahlreichen Abbild. und Musikbeilagen. Nr. 121.

Musikalische Formenlehre (Kompositionslehre) v. Stephan Krehl. I. II. Mit vielen Notenbeispielen. Nr. 149. 150.

Musikgeschichte des 17. und 18. Jahrhunderts von Dr. K. Grunsky in Stuttgart. Nr. 239.

— **des 19. Jahrhunderts** von Dr. K. Grunsky in Stuttgart. I. II. Nr. 164. 165.

Musiklehre, Allgemeine, v. Stephan Krehl in Leipzig. Nr. 220.

Mythologie, Germanische, von Dr. Eugen Mogk, Professor an der Universität Leipzig. Nr. 15.

— **Griechische und römische,** von Dr. Herm. Steuding, Professor am Kgl. Gymnasium in Wurzen. Nr. 27.

— siehe auch: Heldensage.

Nautik. Kurzer Abriß des täglich an Bord von Handelsschiffen angewandten Teils der Schiffahrtskunde. Von Dr. Franz Schulze, Direktor der Navigations-Schule zu Lübeck. Mit 56 Abbildungen. Nr. 84.

Nibelunge, Der, Nôt in Auswahl und Mittelhochdeutsche Grammatik mit kurzem Wörterbuch von Dr. W. Golther, Professor an der Universität Rostock. Nr. 1.

— — siehe auch: Leben, Deutsches, im 12. Jahrhundert.

Nutzpflanzen von Prof. Dr. J. Behrens, Vorst. d. Großh. landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Augustenberg. Mit 53 Figuren. Nr. 123.

Pädagogik im Grundriß von Professor Dr. W. Rein, Direktor des Pädagogischen Seminars an der Universität Jena. Nr. 12.

— **Geschichte der,** von Oberlehrer Dr. H. Weimer in Wiesbaden. Nr. 145.

Paläontologie v. Dr. Rud. Hoernes, Prof. an der Universität Graz. Mit 87 Abbildungen. Nr. 95.

Parallelperspektive. Rechtwinklige und schiefwinklige Axonometrie von Professor J. Vonderlinn in Breslau. Mit 121 Figuren. Nr. 260.

Perspektive nebst einem Anhang üb. Schattenkonstruktion und Parallelperspektive von Architekt Hans Freyberger, Oberlehrer an der Baugewerkschule Köln. Mit 88 Abbild. Nr. 57.

Petrographie von Dr. W. Bruhns, Prof. a. d. Universität Straßburg i. E. Mit 15 Abbild. Nr. 173.

Pflanze, Die, ihr Bau und ihr Leben von Oberlehrer Dr. E. Dennert. Mit 96 Abbildungen. Nr. 44.

Pflanzenbiologie von Dr. W. Migula, Prof. a. d. Forstakademie Eisenach. Mit 50 Abbild. Nr. 127.

Pflanzenkrankheiten v. Dr. Werner Friedrich Bruck in Gießen. Mit 45 Abbildungen und 1 farb. Tafel. Nr. 310.

Pflanzen-Morphologie, -Anatomie und -Physiologie von Dr. W. Migula, Professor an der Forstakademie Eisenach. Mit 50 Abbildungen. Nr. 141.

Pflanzenreich, Das. Einteilung des gesamten Pflanzenreichs mit den wichtigsten und bekanntesten Arten von Dr. F. Reinecke in Breslau und Dr. W. Migula, Professor an der Forstakademie Eisenach. Mit 50 Figuren. Nr. 122.

Pflanzenwelt, Die, der Gewässer von Dr. W. Migula, Prof. an der Forstakademie Eisenach. Mit 50 Abbildungen. Nr. 158.

Technologie, Allgemeine chemische, von Dr. Gust. Rauter in Charlottenburg. Nr. 113.

Teerfarbstoffe, Die, mit besonderer Berücksichtigung der synthetischen Methoden von Dr. Hans Bucherer, Professor an der Kgl. Techn. Hochschule Dresden. Nr. 214.

Telegraphie, Die elektrische, von Dr. Lud. Rellstab. M. 19 Fig. Nr. 172.

Testament. Die Entstehung des Alten Testaments von Lic. Dr. W. Staerk in Jena. Nr. 272.

— Die Entstehung des Neuen Testaments von Prof. Lic. Dr. Carl Clemen in Bonn. Nr. 285.

Textil-Industrie II: Weberei, Wirkerei, Posamentiererei, Spitzen- und Gardinenfabrikation und Filzfabrikation von Prof. Max Gürtler, Dir. der Königlichen Techn. Zentralstelle für Textil-Industrie zu Berlin. Mit 27 Fig. Nr. 185.

Textil-Industrie III: Wäscherei, Bleicherei, Färberei und ihre Hilfsstoffe von Dr. Wilh. Massot, Lehrer an der Preuß. höh. Fachschule für Textilindustrie in Krefeld. Mit 28 Fig. Nr. 186.

Thermodynamik (Technische Wärmelehre) von K. Walther und M. Röttinger, Dipl.-Ingenieuren. Mit 54 Fig. Nr. 242.

Tierbiologie I: Entstehung und Weiterbildung der Tierwelt, Beziehungen zur organischen Natur von Dr. Heinrich Simroth, Professor an der Universität Leipzig. Mit 33 Abbildungen. Nr. 131.

— II: Beziehungen der Tiere zur organischen Natur von Dr. Heinrich Simroth, Prof. an der Universität Leipzig. Mit 35 Abbild. Nr. 132.

Tiergeographie von Dr. Arnold Jacobi, Professor der Zoologie an der Kgl. Forstakademie zu Tharandt. Mit 2 Karten. Nr. 218.

Tierkunde v. Dr. Franz v. Wagner, Professor an der Universität Gießen. Mit 78 Abbildungen. Nr. 60.

Tierreich, Das, I: Säugetiere von Oberstudienrat Prof. Dr. Kurt Lampert, Vorsteher des Kgl. Naturalienkabinetts in Stuttgart. Mit 15 Abbildungen. Nr. 282.

Tierzuchtlehre, Allgemeine und spezielle, von Dr. Paul Rippert in Berlin. Nr. 228.

Trigonometrie, Ebene und sphärische, von Dr. Gerh. Hessenberg, Privatdoz. an der Techn. Hochschule in Berlin. Mit 70 Figuren. Nr. 99.

Unterrichtswesen, Das öffentliche, Deutschlands i. d. Gegenwart von Dr. Paul Stötzner, Gymnasialoberlehrer in Zwickau. Nr. 130.

— **Geschichte des deutschen Unterrichtswesens** von Prof. Dr. Friedrich Seiler, Direktor des Kgl. Gymnasiums zu Luckau. I. Teil: Von Anfang an bis zum Ende des 18. Jahrhunderts. Nr. 275.

— — II. Teil: Vom Beginn des 19. Jahrhunderts bis auf die Gegenwart. Nr. 276.

Urgeschichte der Menschheit v. Dr. Moriz Hoernes, Prof. an der Univ. Wien. Mit 53 Abbild. Nr. 42.

Urheberrecht, Das deutsche, an literarischen, künstlerischen und gewerblichen Schöpfungen, mit besonderer Berücksichtigung der internationalen Verträge von Dr. Gustav Rauter, Patentanwalt in Charlottenburg. Nr. 263.

Versicherungsmathematik von Dr. Alfred Loewy, Prof. an der Univ. Freiburg i. B. Nr. 180.

Versicherungswesen, Das, von Dr. iur. Paul Moldenhauer, Dozent der Versicherungswissenschaft an der Handelshochschule Köln. Nr. 262.

Völkerkunde von Dr. Michael Haberlandt, Privatdozent an der Univers. Wien. Mit 56 Abbild. Nr. 73.

Volkslied, Das deutsche, ausgewählt und erläutert von Professor Dr. Jul. Sahr. Nr. 25.

Volkswirtschaftslehre v. Dr. Carl Johs. Fuchs, Professor an der Universität Freiburg i. B. Nr. 133.

Volkswirtschaftspolitik von Präsident Dr. R. van der Borght in Berlin. Nr. 177.

Waltharilied, Das, im Versmaße der Urschrift übersetzt und erläutert von Prof. Dr. H. Althof, Oberlehrer a. Realgymnasium i. Weimar. Nr. 46.

Walther von der Vogelweide mit Auswahl aus Minnesang u. Spruchdichtung. Mit Anmerkungen und einem Wörterbuch von Otto Güntter, Prof. a. d. Oberrealschule und a. d. Techn. Hochsch. in Stuttgart. Nr. 23.

Warenkunde, von Dr. Karl Hassack, Professor an der Wiener Handelsakademie. I. Teil: Unorganische Waren. Mit 40 Abbildungen. Nr. 222.

— II. Teil: Organische Waren. Mit 36 Abbildungen. Nr. 223.

Wärme. Theoretische Physik II. Teil: Licht und Wärme. Von Dr. Gustav Jäger, Professor an der Universität Wien. Mit 47 Abbild. Nr. 77.

Wärmelehre, Technische, (Thermodynamik) von K. Walther u. M. Röttinger, Dipl.-Ingenieuren. Mit 54 Figuren. Nr. 242.

Wäscherei. Textil-Industrie III: Wäscherei, Bleicherei, Färberei und ihre Hilfsstoffe von Dr. Wilh. Massot, Lehrer an der Preuß. höh. Fachschule für Textilindustrie in Krefeld. Mit 28 Fig. Nr. 186.

Wasser, Das, und seine Verwendung in Industrie und Gewerbe von Dr. Ernst Leher, Dipl.-Ingen. in Saalfeld. Mit 15 Abbildungen. Nr. 261.

Weberei. Textil-Industrie II: Weberei, Wirkerei, Posamentiererei, Spitzen- und Gardinenfabrikation und Filzfabrikation von Professor Max Gürtler, Direktor der Königl. Techn. Zentralstelle für Textil-Industrie zu Berlin. Mit 27 Fig. Nr. 185.

Wirkerei. Textil-Industrie II: Weberei, Wirkerei, Posamentiererei, Spitzen- und Gardinenfabrikation und Filzfabrikation von Professor Max Gürtler, Direktor der Königl. Techn. Zentralstelle für Textil-Industrie zu Berlin. Mit 27 Fig. Nr. 185.

Wolfram von Eschenbach. Hartmann v. Aue, Wolfram v. Eschenbach und Gottfried von Straßburg. Auswahl aus dem höf. Epos mit Anmerkungen u. Wörterbuch v. Dr. K. Marold, Prof. a. Kgl. Friedrichskolleg. z. Königsberg i. Pr. Nr. 22.

Wörterbuch nach der neuen deutschen Rechtschreibung von Dr. Heinrich Klenz. Nr. 200.

— **Deutsches,** von Dr. Ferd. Detter, Prof. an d. Universität Prag. Nr. 64.

Zeichenschule von Prof. K. Kimmich in Ulm. Mit 17 Tafeln in Ton-, Farben- und Golddruck u. 135 Voll- und Textbildern. Nr. 39.

Zeichnen, Geometrisches, von H. Becker, Architekt und Lehrer an der Baugewerkschule in Magdeburg, neu bearb. v. Prof. J. Vonderlinn, diplom. und staatl. gepr. Ingenieur in Breslau. Mit 290 Fig. und 23 Tafeln im Text. Nr. 58.

G. J. Göschen'sche Verlagshandlung in Leipzig.

ein- afts- ihre der Vor- Ver- bzw. inter hen,

st im der Handelsgeographie"; wenn sich aber auch die stoffliche Verteilung im großen und ganzen nach diesem Werk richtet, so sind doch in einzelnen Punkten bedeutende Veränderungen vorgenommen worden. Außerdem wurde das statistische Beiwerk auf ein Minimum beschränkt.

G. J. Göschen'sche Verlagshandlung in Leipzig.

Allgemeine und spezielle Wirtschaftsgeographie

von

Dr. Ernst Friedrich

Privatdozent an der Universität Leipzig

Mit 3 Karten

Preis: Broschiert M. 6.80, geb. in Halbfranz M. 8.20

Dieses Buch sucht in ein **hologäisches Verständnis** der Wirtschaft (Produktion und Verkehr) einzuführen, indem es zeigt, wie jede örtliche Wirtschaft als Teil in dem zusammenhängenden und durch tellurische Faktoren bestimmten Wirtschaftsleben der Erde dasteht. Dabei wird, wie es richtig ist, die Produktion der Länder in den Vordergrund gestellt, der Verkehr an zweiter Stelle behandelt.

Zeichenkunst

Methodische Darstellung des gesamten Zeichenwesens unter Mitwirkung erster Kräfte herausgegeben von

Karl Kimmich

582 Seiten, mit 1091 Text-Illustrationen, sowie 57 Farb- und Lichtdrucktafeln

25.—